

Opravdanost izvedbe kružnog raskrižja sa osnova sigurnosti prometa

Latinčić, Nikola

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:722079>

Rights / Prava: [In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-13**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Nikola Latinčić

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNOG
RASKRIŽJA SA OSNOVA SIGURNOSTI PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 3. travnja 2019.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5261

Pristupnik: **Nikola Latinčić (0135248456)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Opravdanost izvedbe kružnog raskrižja sa osnova sigurnosti prometa**

Opis zadatka:

Analizirati učinkovitost kružnih raskrižja sa stajališta sigurnosti cestovnog prometa. Opisati povijest razvoja i podjelu kružnih raskrižja i načine postizanja sigurnosti prometa na kružnim raskrižjima. Prikazati signalizaciju i opremu kružnih raskrižja te objasniti njihovu ulogu u sigurnosti cestovnog prometa. Na samom kraju donijeti zaključak i navesti razloge primjene kružnih raskrižja u cilju povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

Mentor:



prof. dr. sc. Grgo Ljuburić

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNOG RASKRIŽJA SA
OSNOVA SIGURNOSTI PROMETA

JUSTIFICATION OF THE CONSTRUCTION OF A
ROUNDBOAT BASED ON TRAFFIC SAFETY

Mentor: prof. dr. sc. Grgo Luburić,

Student: Nikola Latinčić

JMBAG: 0135248456

Zagreb, kolovoz 2019.

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNOG RASKRIŽJA SA OSNOVA SIGURNOSTI PROMETA

Sažetak

U posljednjih 20 godina izgradnja kružnih raskrižja u Republici Hrvatskoj, ali i u ostatku Europe, je sve intenzivnija. Glavni razlog tome su prednosti koje kružna raskrižja pružaju u odnosu na ostala klasična raskrižja. U ovom završnom radu govori se o osnovnim karakteristikama kružnih raskrižja. Navedeni su oblikovni elementi koji su ključni za izgradnju kružnih raskrižja te za ostvarivanje sigurnog kretanja svih sudionika u prometu. Glavna značajka kružnih raskrižja je smanjenje broja konfliktnih točaka koja ima za posljedicu povećanja sigurnosti te propusne moći prometnice što je glavna prednost primjene kružnih raskrižja. Na kraju je predložena rekonstrukcija klasičnog četverokrakog semaforiziranog raskrižja Zagrebačka – Nikole Kramarića – Industrijska u naselju Velika Mlaka.

KLJUČNE RIJEČI: kružno raskrižje; sigurnost; propusnost; konfliktne točke

Summary

The construction of roundabouts in the Republic of Croatia and in the rest of Europe has become increasingly intense in the last 20 years. The main reasons for this are the benefits that roundabouts offer over classic intersections. This final paper discusses the basic characteristics of roundabouts. The crucial design elements for the construction of the roundabouts and for the safe movement of all road users are outlined. The main feature of roundabouts is the reduction of the number of intersection points, which results in an increase in the safety and road capacity, which is the main advantage of the use of the roundabouts. In the end was proposed the reconstruction of the classic four-way traffic light intersection Zagrebačka – Nikole Kramarića – Industrijska in Velika Mlaka.

KEY WORDS: roundabout; safety; road capacity; intersection points

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O KRUŽNIM RASKRIŽJIMA.....	2
2.1. OSNOVNE ZNAČAJKE KRUŽNIH RASKRIŽJA	2
2.2. PODJELA KRUŽNIH RASKRIŽJA.....	3
2.2.1. <i>PODJELA PO LOKACIJI I VELIČINI.....</i>	<i>3</i>
2.2.2. <i>PODJELA PO BROJU PRIVOZA I PROMETNIH TRAKOVA</i>	<i>4</i>
2.2.3. <i>PODJELA S OBZIROM NA NAMJENU</i>	<i>4</i>
3. PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE KRUŽNIH RASKRIŽJA	5
3.1. KRITERIJI ZA UTVRĐIVANJE POGODNOSTI IZVEDBE KRUŽNOG RASKRIŽJA	5
3.2. PROJEKTNO-OBLIKOVNI ELEMENTI KRUŽNIH RASKRIŽJA.....	6
3.2.1. <i>KRUŽNI KOLNIK</i>	<i>7</i>
3.2.2. <i>PRIVOZI.....</i>	<i>8</i>
3.3. PROPUSNA MOĆ	9
4. OPREMA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA.....	11
4.1. PROMETNI SIGNALIZACIJA KRUŽNIH RASKRIŽJA	11
4.1.1. <i>PROMETNA SIGNALIZACIJA NA JEDNOTRAČNIM KRUŽNIM RASKRIŽJIMA.....</i>	<i>12</i>
4.1.2. <i>PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MINI KRUŽNIM RASKRIŽJIMA</i>	<i>15</i>
4.1.3. <i>PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MONTAŽNIM KRUNIM RASKRIŽJIMA.....</i>	<i>17</i>
4.2. OPREMA KRUŽNIH RASKRIŽJA	18
4.2.1. <i>RAZDJELNI OTOCI</i>	<i>19</i>
4.2.2. <i>PJEŠAČKI PRIJELAZI I PRIJELAZI BIKIKLISTIČKIH STAZA</i>	<i>21</i>
4.2.3. <i>PROVOZNI DIO SREDIŠNJEG OTOKA</i>	<i>21</i>
4.2.4. <i>RUBNJACI.....</i>	<i>22</i>
4.3. RASVJETA.....	23
5. SIGURNOST PROMETA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA.....	29
5.1. SIGURNOST MOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETU.....	30
5.2. SIGURNOST NEMOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETU.....	30

5.3. SIGURNOST OSOBA S INVALIDITETOM I OSOBA SMANJENE POKRETLJIVOSTI.....	33
5.4. OSIGURANJE PREGLEDNOSTI U KRUŽNOM RASKRIŽJU	33
5.4.1. ČELNA PREGLEDNOST NA ULAZU U KRUŽNO RASKRIŽJE	34
5.4.2. PREGLEDNOST ULIJEVO	35
5.4.3. PREGLEDNOST NA KRUŽNOM KOLNIKU	36
5.4.4. PREGLEDNOST DO PJEŠAČKOG PRIJELAZA	36
5.4.5. OMETANJE PREGLEDNOSTI.....	37
6. IZVEDBA KRUŽNOG RASKRIŽJA U CILJU POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA.....	39
7. ZAKLJUČAK.....	42
LITERATURA.....	43
POPIS SLIKA	45
POPIS TABLICA.....	47

1. UVOD

Kružna raskrižja ili roto-križanja izvode se na mjestima gdje je intenzitet prometa takav da bi svako drugo rješenje, osim križanja u dvije ili više razina, uzrokovalo smetnje u prometu.¹ Cilj ovog završnom rada je analizirati opravdanost izvedbe kružnog raskrižja sa osnova sigurnosti cestovnog prometa. Rad je podijeljen u 7 cjelina:

1. Uvod
2. Općenito o kružnim raskrižjima
3. Planiranje i projektiranje kružnih raskrižja
4. Oprema na kružnim raskrižjima
5. Sigurnost prometa na kružnim raskrižjima
6. Izvedba kružnog raskrižja u cilju povećanja sigurnosti cestovnog prometa
7. Zaključak

U drugom poglavlju navedene su podjele kružnih raskrižja, njihove karakteristike te povijesni razvoj kružnih raskrižja.

Treće poglavlje objašnjava kriterije za izvedbu kružnih raskrižja, opisuje projektno oblikovne elemente te naglašava važnost propusne moći u planiranju kružnih raskrižja.

U četvrtom poglavlju opisana je oprema na kružnim raskrižjima, objašnjeno je koja je signalizacija potrebna na pojedinim vrstama kružnih raskrižja, opisani su oblikovni elementi koji spadaju u opremu kružnog raskrižja te rasvjeta i uređenje kružnih raskrižja.

Peto poglavlje analizira sigurnost sudionika u prometu podijeljenih u pojedine skupine te donosi načine na koje se postiže zadovoljavajuća sigurnost svih sudionika u prometu.

U posljednjem šestom poglavlju navedeno je klasično semaforizirano raskrižje koje je potrebno rekonstruirati u kružno raskrižje. navedeni su razlozi i nedostaci sadašnjeg raskrižja zbog čega je potrebna rekonstrukcija raskrižja te su navedene prednosti primjene kružnih raskrižja u odnosu na klasična trokraka i četverokraka raskrižja.

¹ Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p.169

2. OPĆENITO O KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Kružno raskrižje je prometna građevina, gdje je kretanje vozila odvija središnjim kružnim otokom i kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i s prometni znakovima,² također kružno raskrižje se može definirati kao kanalizirano raskrižje kružnog oblika sa neprovoznim, u cijelosti provoznim ili djelomično provoznim središnjim otokom i kružnim voznim trakom na koji se vežu tri ili više priključnih cesta u razini i u kojem se promet odvija suprotnom kretanju kazaljke na satu.

Prvo raskrižje s kružnim tokom prometa pojavilo se početkom 20. stoljeća, točnije 1905. godine u New Yorku u lokalitetu Columbus Circle. Međutim veći značaj ovakva raskrižja dobivaju tek pedesetih godina prošlog stoljeća, kada su u Velikoj Britaniji uveli pravilo da vozila unutar raskrižja imaju prednost pred nadolazećim vozilima. Taj događaj je bio prekretnica u razvoju kružnih raskrižja i nakon toga kružna raskrižja su dobila sve veći značaj. Procjenjuje se da je 1999./2000. godine bilo 35 000 kružnih raskrižja od čega samo u Francuskoj Republici 12 000, usporedbe radi u Republici Hrvatskoj ih je danas više od 200.

2.1. OSNOVNE ZNAČAJKE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Kružna raskrižja se mogu definirati kao nesemaforizirana raskrižja u razini gdje se promet odvija:

- a) Na jednotračnom odnosno dvotračnom kružnom kolniku
- b) S jednim do dva prometna traka na privozima postavljenim što okomitije na ulazu u kružno raskrižje
- c) S reguliranom prednošću kružnog prometnog toka u smjeru suprotnom od kazaljke na satu

Prednosti kružnih raskrižja nad drugim oblicima raskrižja:

- Puno veća sigurnost prometa (manji broj konfliktnih točaka) uz manje posljedice prometnih nesreća
- Manje čekanje na privozima i mogućnost propuštanja jačih prometnih tokova
- Manja okupiranost zemljišta i troškovi održavanja

² Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.87

- Veća propusna moć raskrižja
- Manja proizvodnja buke i štetnih plinova
- Dobro rješenje pri ravnomjernijem opterećenju privoza i kao mjera smirivanja prometa
- Dobro rješenje za slučajeve s više privoza (pet ili više)

Nedostaci kružnih raskrižja:

- Slabo rješenje za slučaj velikog prometnog toka sa skretanjem ulijevo (dulje putovanje i otežavajuće presijecanje i preplitanje)
- S povećanjem broja kružnih prometnih trakova smanjuje se razina prometne sigurnosti
- Višetračno kružno raskrižje, nije najpogodnije za osobe s posebnim potrebama (slabovidni, invalidi, starije osobe...) odnosno u blizini ustanova za obrazovanje i odgoj (vrtići, škole), zbog kretanja u kolonama itd.
- Produljenje putanje pješaka i vozila s obzirom da izravno kanalizirana raskrižja
- Problemi pri većem biciklističkom ili pješačkom prometu, koji presijecaju jedan ili više privoza prema raskrižju³

2.2. PODJELA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Najčešća podjela kružnih raskrižja je po lokaciji i veličini, po broju privoza i prometnim trakovima te po namjeni.

2.2.1. PODJELA PO LOKACIJI I VELIČINI

Podjela kružnih raskrižja prema lokaciji i veličini može se podijeliti u dvije grupe, a to su:

- I. Kružna raskrižja u naselju (urbana raskrižja)
 - a. Mini kružna raskrižja – primjenjuju se u gušće izgrađenim gradovima s ciljem smirivanja manjih prometnih tokova. U usporedbi s drugim nesemaforiziranim raskrižjima imaju veću propusnu moć i puno veću sigurnost

³ Ibid., p.88 – 89

- b. Mala kružna raskrižja – u pravilu se izvode također samo u urbanim sredinama, izvode se na ulazima u naselje, a propusna moć je do 15 000 voz/dan
- c. Srednje velika kružna raskrižja – grade se na jače opterećenim gradskim i prigradskim čvorištima, pješaci i biciklisti se vode izvan kolnika

II. Kružna raskrižja izvan naselja

- a. Srednje velika kružna raskrižja – grade se na mjestima gdje se ne očekuje veći promet biciklista i pješaka. Omogućuju dobru propusnu moć i brzinu ulaza u kružni tok
- b. Srednje velika dvotračna kružna raskrižja – izvode se na mjestima velikih prometnih opterećenja izvan naselja, a ponekad i na rubnim dijelovima naselja
- c. Velika kružna raskrižja – izvode se na cestama velikog učinka, biciklistički i pješački promet vodi se odvojeno pa nije sastavni dio kružnog raskrižja

2.2.2. PODJELA PO BROJU PRIVOZA I PROMETNIH TRAKOVA

Kada se projektiraju kružna raskrižja najvažnije je da broj trakova u kružnom raskrižju bude isti ili veći broju prometnih trakova na ulazima i izlazima.

Podjela po broju privoza:

- a. s tri privoza
- b. s četiri privoza
- c. s pet ili više privoza

Podjela s obzirom na broj prometnih trakova u kružnom kolniku:

- a. jednotračna
- b. dvotračna

2.2.3. PODJELA S OBZIROM NA NAMJENU

S obzirom na namjenu kružna raskrižja se mogu podijeliti na:

- a. za smirivanje prometa
- b. za ograničavanje prometa
- c. za postizanje veće propusne moći uz dostatnu sigurnost prometa

3. PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Razinu prometne sigurnosti na raskrižjima moguće je povećati ako se smanji broj konfliktnih točaka i konfliktnog područja.⁴ Ovo se postiže na način da se izabere uređenjem i oblikovanjem raskrižja te odabirom vrste raskrižja. Prilikom projektiranja kružnog raskrižja potrebno je donijeti odluku koja se može potkrijepiti argumentima. Nadalje potrebno je da budu ispunjeni kriteriji koji su važni pri izgradnji kružnih raskrižja.

3.1. KRITERIJI ZA UTVRĐIVANJE POGODNOSTI IZVEDBE KRUŽNOG RASKRIŽJA

Prilikom procjene primjerenosti izvođenja kružnog raskrižja potrebno je razmotriti osam definiranih kriterija:

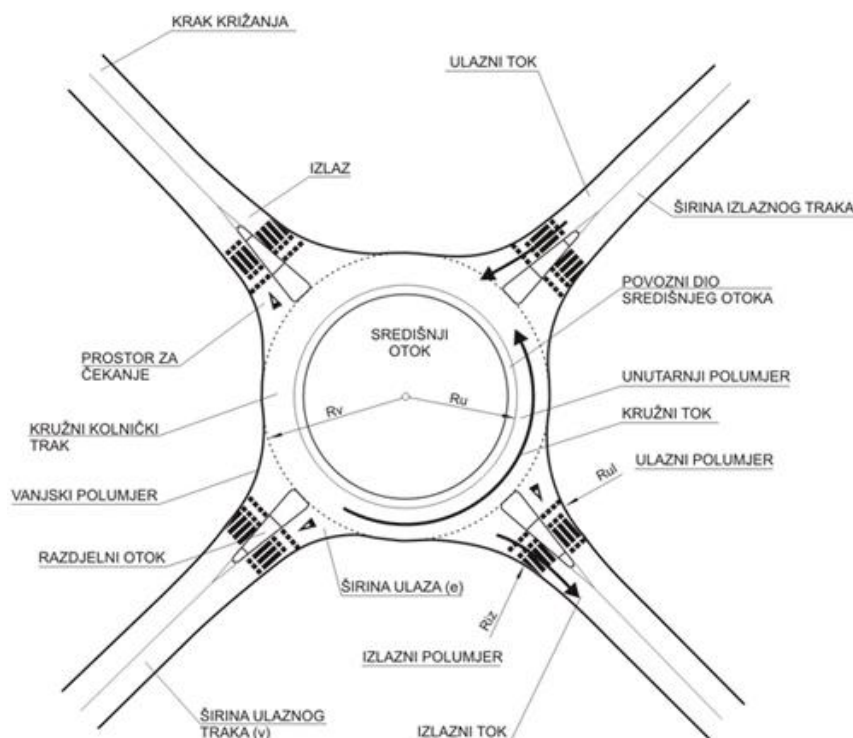
- 1) funkcionalni kriterij – ovaj kriterij odrediti će koja je vrsta raskrižja najprihvatljivija s obzirom na njegovu ulogu u prometu
- 2) prostorno-urbanistički kriterij – ovom analizom se ispituje prostorni potencijal lokacije, tj. provjerava se raspoloživost prostora s obzirom na odabrane elemente raskrižja (vanjski polumjer)
- 3) kriterij prometnog toka – odnosi se na smjer kretanja prometnog toka na raskrižju i na ukupnu razinu prometnog toka
- 4) prometno-tehnički kriterij – u ovoj skupini analiziraju se okolnosti na predmetnom raskrižju koje su vezane uz geometriju raskrižja, položaj prilaznih ulica, broj prilaza i kut spajanja prilaznih ulica raskrižju
- 5) kriterij prometne sigurnosti – provjerava je li kružno raskrižje rješenje koje omogućava sigurnost svim sudionicima u prometu
- 6) kriterij propusne moći – provjerava se na temelju prometnog opterećenja po smjerovima kretanja
- 7) okolišni kriterij – kružno raskrižje mora biti ekološki prihvatljivija od standardnih raskrižja, a pokazatelji su: potrošnja goriva, emisija štetnih tvari i buka

⁴ Kenjić, Z.: Priručnik za planiranje i projektovanje kružnih raskrsnica – rotora, IPSA, Sarajevo, 2009., p.20

- 8) ekonomski kriterij – određuje je li ekonomski prihvatljivo graditi kružno raskrižje na način da se uspoređi sa mogućim drugim rješenjima: semaforiziranim ili deniveliranim raskrižjem⁵

3.2. PROJEKTNO-OBLIKOVNI ELEMENTI KRUŽNIH RASKRIŽJA

Najbitniji čimbenici za izgled kružnog raskrižja su količina i struktura prognozirano prometa, položaj u cestovnoj mreži, dopuštena brzina prometnih tokova itd.⁶ Postupak projektiranja raskrižja s kružnim tokom prometa provodi se određenim redoslijedom tzv. projektnim koracima, u kojima se odabiru elementi raskrižja (Slika 1.): vanjski promjer odnosno polumjer raskrižja (D_v , R_v), širina kružnog kolnika (B), širine ulaznog i izlaznog dijela privoza (b_u , b_i), širine otoka ili razdjelnika u privozu (b_o), polumjer ulaznog i izlaznog zaobljenja (R_u , R_i) itd.⁷



Slika 1. Osnovni elementi kružnog raskrižja

Izvor: Omazić, I., Dimiter, S., Barišić, I.: Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima, Građevinski fakultet Osijek, 2010, p.58

⁵ Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.23

⁶ Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

⁷ Omazić, I., Dimter, S., Barišić, I.: Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima, 2010.

Tablica 1. prikazuje navedene prometno-tehničke elemente kružnih raskrižja u ovisnosti gdje se kružno raskrižje planira izgraditi te o veličini kružnog raskrižja.

Tablica 1. Okvirni oblikovni elementi kružnog raskrižja

Velicina/tip raskrižja	Alokacija	Vanjski promjer D_v [m]	Širina kolnika B [m]	Propusna moć [voz./dan.]	Oblikovanje i dimenzioniranje
Mini RKT/jednotračno	U naselju	(13,5) – 25	4,5 – 5	≤ 15000	Poseban postupak
Malo RKT /jednotračno	U naselju	22 – 35	9,0 – 6,5	15000	($V_k = 30$ km/h)
Srednje veliko RKT/jednotračno	U naselju	30 – 40	7,0 – 5,5	20000	($V_k = 35$ km/h)
Srednje veliko RKT/jednotračno	Izvan naselja	35 – 45	6,0 – 5,5	22000	($V_k = 40$ km/h)
Srednje veliko RKT/dvotračno	Izvan naselja	(45) 50 – 90	7,5 – 7,0	25000	($V_k \leq 40$ km/h)
Veliko RKT/dvotračno	Izvan naselja	≥ 90	$\leq 7,0$	≥ 25000	Poseban postupak

3.2.1. KRUŽNI KOLNIK

Najvažniji elementi kružnog kolnika su vanjski i unutarnji polumjer/promjer tj. širina kružnog kolnika s jednim ili više prometnih trakova. Za svako kružno raskrižje potrebno je provjeriti provoznost mjerodavnog vozila, a posebno pri projektiranju malih raskrižja u gradovima gdje prometuju autobusi javnog gradskog prijevoza.⁸

⁸ Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014.

Poprečni nagib kružnog kolnika izvodi se u iznosu $q_{\min} = 2,5\%$ prema vanjskoj strani iz ovih razloga:

- učinkovitije i tehnički prihvatljivije odvodnje
- pogodnijeg prelaska iz privoza u kružni tok
- prisiljavanja na smanjenje brzine u kružnom toku⁹

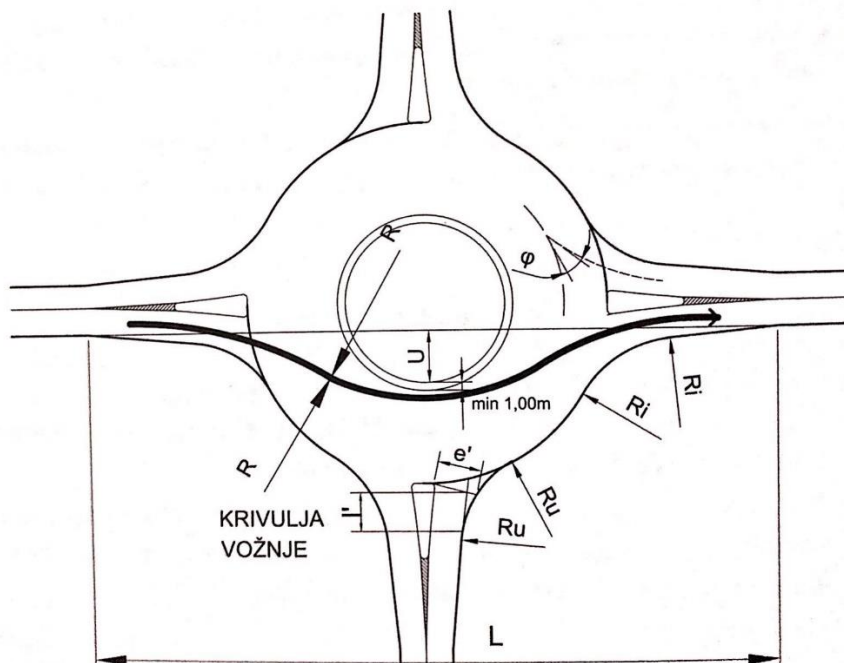
Središnji otok je provozni, djelomično provozni ili neprovozni dio obrubljen kružnim kolnikom. Zbog preglednosti ne bi trebao biti viši od 1,0 m.

Prijelazni prsten širine od 1,5 do 2,0 metara između kružnog kolnika i središnjeg otoka omogućava lakši provoz duljih vozila. Izvodi se od različitog materijala i/ili u suprotnoj boji kolnika, te u poprečnom nagibu oko $-4,0\%$.

3.2.2. PRIVOZI

Jedan od najosjetljivijih postupaka kojim se znatno utječe na sigurnost i propusnu moć kružnog raskrižja je izbor projektnih elemenata i detalja oblikovanja privoza. Pri tome je jako važno razlikovati i zasebno dimenzionirati ulazni odnosno izlazni dio privoza. U ulaznom dijelu važno je posvetiti pozornost na širinu ulaza (e') i duljinu proširivanja ulaza (l'). Priključni kolnik privoza bi u pravilu trebao biti položen okomito na kružni kolnik, odnosno radijalno usmjeren prema središtu raskrižja. Širina prometnog traka na ulaznoj strani u raskrižje treba biti 3,50 m (iznimno 3,25 m), a na izlaznoj strani između 3,50 i 3,75 m. Priklučci zbog prigušenja brzine ulaska, trebaju biti sa što manjim polumjerom zaobljenja. Najmanji polumjer zaobljenja na ulaznoj strani (R_u) ne smije biti manji od 12 m (iznimno 10 m), a na izlaznoj strani (R_i) između 14 m i 12 m. Prema istim standardima, preporučuje se da kut ulaska u kružni kolnik (φ) bude približno 30° . (Slika 2.)

⁹ Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.



Slika 2. Elementi privoza i stupanj zakrivljenosti (u) putanje vozila

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.96

3.3. PROPUSNA MOĆ

Propusna moć (kapacitet) je maksimalan broj vozila koji može proći kroz promatrani presjek ceste u jedinici vremena. Na temelju poznavanja propusne moći mogu se odrediti nedostaci postojeće cestovne mreže i predložiti izmjene. Služi kao osnova za sve intervencije i zahvate na određenom dijelu ceste (proširenje kolnika, rekonstrukcija zavoja, reguliranje čvorišta i sl.). Pri projektiranju cesta i čvorišta poznavanje propusne moći i prometnog opterećenja važan je preduvjet da bi se moglo pristupiti tehničkim analizama i uspoređivanju varijanti izbora najpovoljnijeg rješenja.¹⁰

Prema osnovnom priručniku (HCM/2000) propusna moć ili kapacitet kružnog raskrižja (C_k) je sposobnost propuštanja određenog broja vozila kroz raskrižje, a dobije se kao zbroj propusne moći svih privoza ($q_{p,n}$)

$$C_k = \sum_1^n q_{p,n} \text{ [voz/h]}, n = \text{broj privoza (1)}$$

¹⁰ Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001. p.189

Propusnost ulaznog dijela privoza (q_u) određuje koliko vozila ulazi u kružno raskrižje na jednom ulazu u jedinici vremena:

$$q_u = f(q_k, geometrija), q_k = \text{kružni prometni tok (2)}$$

Ovisno o količini i svojstvima prometa s kružnim tokom, moguće je analitički predočiti propusnu moć privoza (C_p):

$$C_p = \frac{q_k * e^{q_k t_k / 3600}}{1 - e^{q_k t_f / 3600}} \quad (3)$$

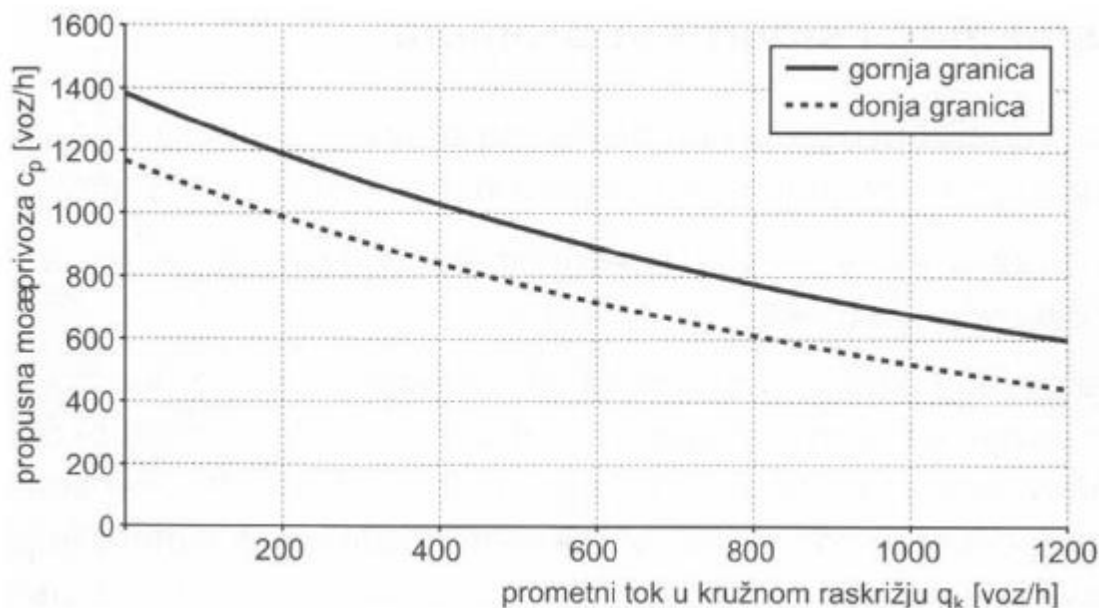
C_p – propusna moć privoza [voz/h]

q_k – prometni tok na kružnom kolniku [voz/h]

t_k – interval (vremenska praznina u glavnom toku) koji omogućava ulazak u kružni tok, $t_k = 4,1-4,6$ [s]

t_f – interval između ulazaka u kružni tok, $t_f = 2,6-3,1$ [s]

Odnos propusne moći privoza i kružnog toka vidljiv je iz Slike 3.



Slika 3. Odnos propusne moći privoza i prometa u kružnom raskrižju

Izvor: Omazić, I., Dimiter, S., Barišić, I.: Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima, Građevinski fakultet Osijek, 2010., p. 57

4. OPREMA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Opremu raskrižja u širem smislu bi mogli podijeliti na :

- Prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama
- Rasvjetu
- Krajobrazno uređenje i ostalu opremu

4.1. PROMETNI SIGNALIZACIJA KRUŽNIH RASKRIŽJA

U prometnu signalizaciju kružnog raskrižja ubrajaju se horizontalna i vertikalna signalizacija te oprema ceste. Vertikalna signalizacija sastoji se od:

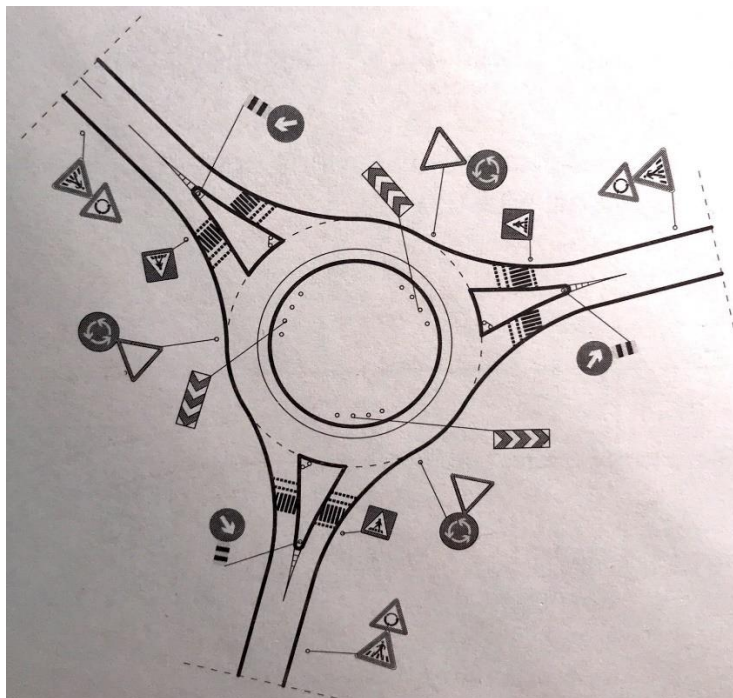
- prometnih znakova
- putokaznih ploča.

Horizontalna signalizacija sastoji se od:

- oznaka na kolniku

Signalizacijom se obavješćuju i upozoravaju sudionici u prometu o stanju na prometnicama te se na taj način postiže sigurno i nesmetano odvijanje prometa.¹¹ Pomoću odgovarajuće signalizacije svaki sudionik u prometu odabire željeni smjer i put kretanja te poduzima odgovarajuće radnje u prometu. Pri postavljanju prometne signalizacije u kružnom raskrižju vrlo je važno da se postavlja na način da bude jasna te da ne zbunjuje vozača pri prolasku kroz raskrižje. (Slika 4.) Broj znakova ovisi o stanju na terenu i ne treba postavljati preveliki broj znakova jer može dovesti do potpuno suprotnog učinka koji dovodi do zbunjivanja vozača. Glavne zadaće vertikalne i horizontalne signalizacije su poboljšanje stupnja sigurnosti, olakšanje obavljanja prometnih operacija te povećanje propusne moći i razine prometne usluge. Prometna signalizacija postavlja se prema odredbama važećeg pravilnika koji glasi Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cesti. Putokazni znakovi služe za vođenje prometa, usmjeravanje prometnih tokova uz otoke, a također su namijenjeni za ograničenje dopuštenih brzina te zabranu pretjecanja u zoni raskrižja.

¹¹ Ibid., p.253



Slika 4. Primjer obilježavanja kružnog raskrižja vertikalnom i horizontalnom signalizacijom

Izvor: : Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.171

4.1.1. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA JEDNOTRAČNIM KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Izvan-urbano kružno raskrižje (Slika 5.) je kružno raskrižje izvan izgrađenog urbanog prostora na kojem se odvija promet motornih vozila, na kojem u pravilu nema pješačkog prometa, osim biciklista.

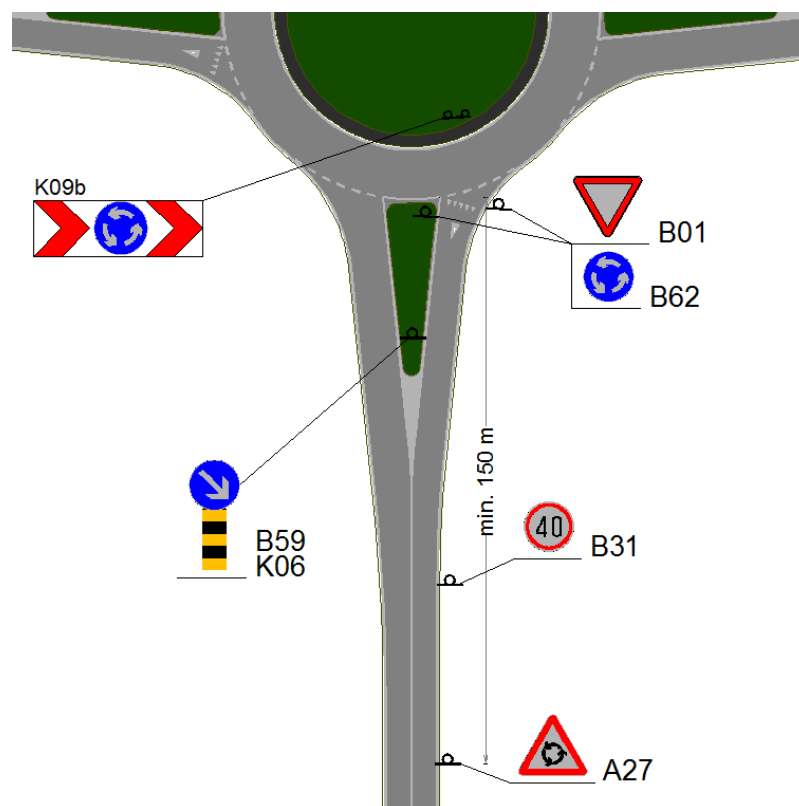
Svako izvan-urbano kružno raskrižje mora biti opremljeno sljedećim prometnim znakovima:

- Znak B01 (raskrižje s cestom prednošću prolaska) i B62 (kružni tok prometa) na zajedničkom stupu na ušću ulaza u kružno raskrižje, neposredno prije isprekidane crte zaustavljanja. Kod izvan urbanih kružnih raskrižja preporuka je da se ovi znakovi postave obostrano.
- Znak B59 (obavezno obilaženje s desne strane) i K06 (ploča za označavanje prometnog otoka) na zajedničkom stupu na vanjskom dijelu razdjelnog otoka (na vrhu otoka u smjeru vožnje)

- Znak K09b (prijedlog novog znaka u Pravilniku) označava središnji otok na izvan urbanim kružnim raskrižjima i postavlja se na neprovoznom dijelu središnjeg otoka u produžetku središnjice voznog traka na uvozu

Na području približavanja raskrižju:

- Znak A27 „raskrižje s kružnim tokom prometa“
- Znak B31 „ograničenje brzine“, na odgovarajućoj udaljenosti od kružnog raskrižja, na kojoj treba omogućiti smanjenje brzine na cestama izvan naselja ovisno o situaciji na terenu



Slika 5. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu izvan urbanog kružnog raskrižja

Izvor:

https://hrvatske-cestesce.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf (16.6.2019.)

Urbano kružno raskrižje (Slika 6.) je raskrižje smješteno unutar izgrađenog urbanog prostora na kojem je predviđen promet motornih vozila, pješaka i/ili biciklista, te je potrebno obratiti pozornost na pravilan izbor i postavljanje prometne signalizacije i opreme.

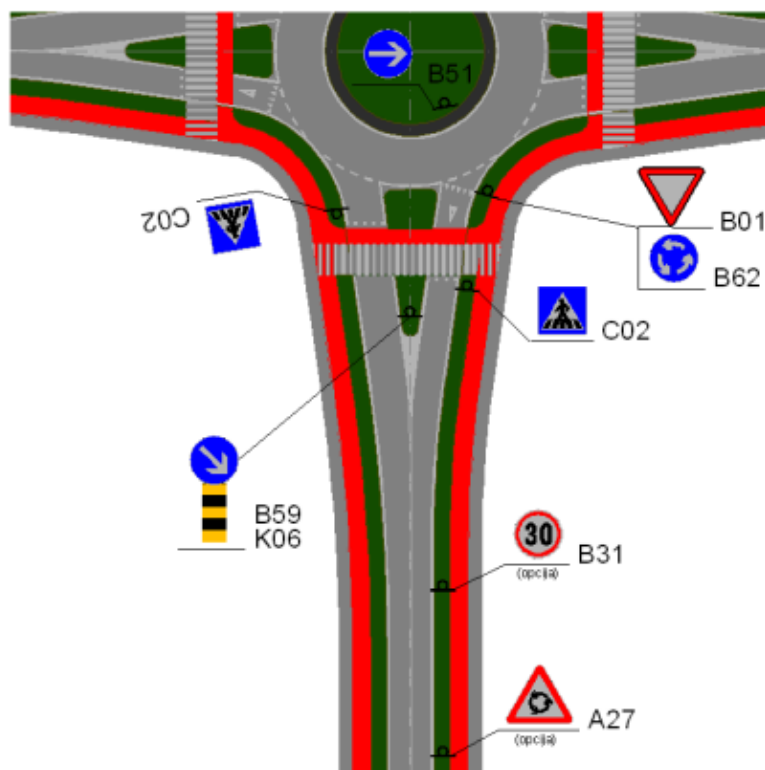
Svako urbano kružno raskrižje mora biti opremljeno sljedećim prometnim znakovima:

- Znak B01 (raskrižje s cestom prednošću prolaska) i B62 (kružni tok prometa) na zajedničkom stupu na ušću ulaza u kružno raskrižje, neposredno prije isprekidane crte zaustavljanja. Kod izvan urbanih kružnih raskrižja preporuka je da se ovi znakovi postave obostrano.
- Znak B59 (obavezno obilaženje s desne strane) i K06 (ploča za označavanje prometnog otoka) na zajedničkom stupu na vanjskom dijelu razdjelnog otoka (na vrhu otoka u smjeru vožnje)
- Znak B51 (obavezan smjer desno) postavlja se na neprovoznom dijelu središnjeg otoka u produžetku središnjice voznog traka na uvozu
- Znak C02 (obilježen pješački prijelaz), a po potrebi znakom C03 (obilježen prijelaz biciklističke staze) ako su u kružnom raskrižju prisutni biciklisti

Na svakom izvan-urbanom i urbanom kružnom raskrižju mora biti postavljena sljedeća horizontalna signalizacija (oznake na kolniku):

- Rubna crta uz rub kolnika kroz raskrižje, uz središnje i razdjelne otoke
- Kratka isprekidana crta za označavanje vanjskog ruba kružnog raskrižja na spoju privoza
- Isprekidana crta zaustavljanja (H12 i H13) na ulasku u kružni kolnički trak
- Trokut upozorenja H12 označen na kolniku ispred isprekidane crte zaustavljanja
- Polje za usmjeravanje prometa između dva traka sa suprotnim smjerovima pred razdjelnim otokom (H27)
- Razdjelnom crtom ispred razdjelnog otoka na području približavanja raskrižju propisane širine¹²

¹² Deluka-Tibljáš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.68



Slika 6. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu urbanog kružnog raskrižja

Izvor:

https://hrvatske-cestesce.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf (16.6.2019.)

4.1.2. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MINI KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Mini kružno raskrižje je kružno raskrižje s provoznim središnjim otokom, kojim mala vozila prolaze kao u običnom kružnom raskrižju, a duga vozila, kao što su autobusi i kamioni, prolaze kao kroz uobičajena raskrižja u jednoj razini. Zbog te specifičnosti zahtijevaju veću pozornost prilikom izbora i postavljanja prometne signalizacije.

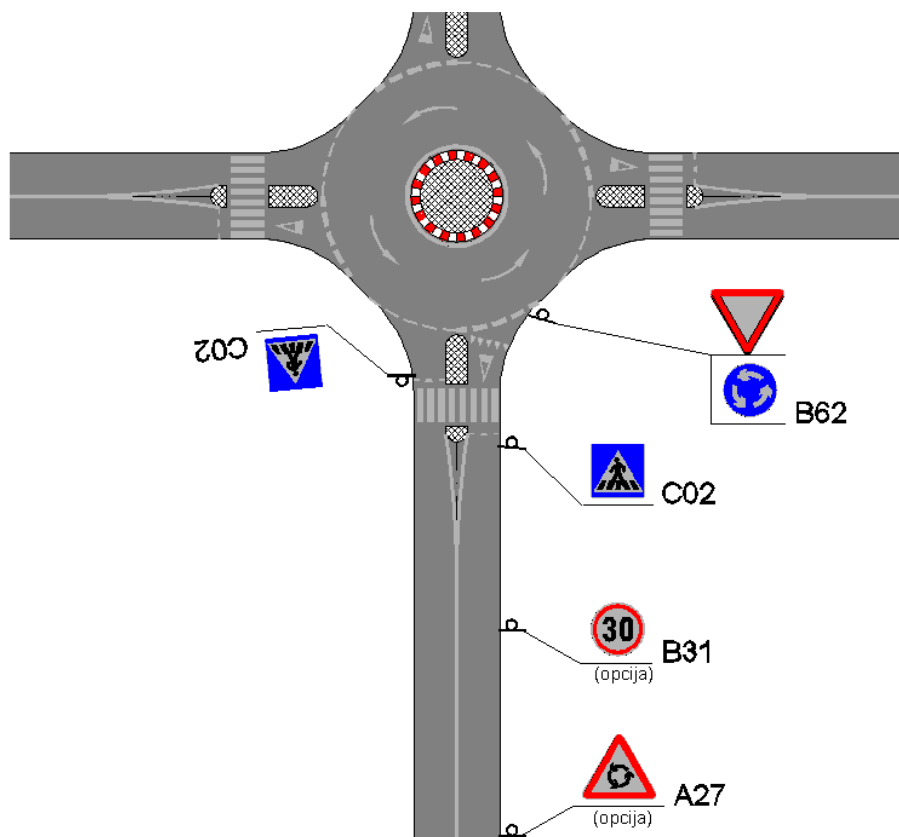
Svako mini kružno raskrižje mora biti opremljeno barem sljedećim prometnim znakovima: (Slika 7.)

- znak B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaza) i B62 (kružni tok prometa) na zajedničkom stupu na ušću ulaza u kružno raskrižje, neposredno pred isprekidane crte zaustavljanja
- znak B59 (obvezno obilaženje s desne strane) i K06 (ploča za označivanje prometnog otoka) na zajedničkom stupu na vanjskom dijelu razdjelnog otoka (na vrhu otoka u smjeru vožnje) – ovi znakovi postavljaju se ukoliko je razdjelni otok takvih dimenzija da se znakovi mogu postaviti
- znak C02 (obilježen pješački prijelaz), a po potrebi, znakom C03 (obilježen prijelaz biciklističke staze) ako su u kružnom raskrižju prisutni biciklisti

Na uzdignutom središnjem otoku zabranjeno je postavljanje bilo kakvih znakova, opreme ili drugih objekata.

Na svakom mini kružnom raskrižju treba biti postavljena sljedeća horizontalna signalizacija:

- kružna strelica H21 (prijedlog nove oznake u Pravilniku) koja označuje smjer vožnje unutar kružnog raskrižja, a iscrtava se na kružnom kolničkom traku na mjestu ulaska u kružno raskrižje.
- kratka isprekidana crta za označivanje vanjskog ruba kružnoga raskrižja na spoju privoza – isprekidana crta zaustavljanja (H12 ili H13) na ulasku u kružni kolnički trak
- trokut upozorenja H12 označen na kolniku ispred isprekidane crte zaustavljanja – isprekidana crta zaustavljanja (H12) ispred pješačkog / biciklističkog prijelaza
- pješački prijelaz (H18), prema potrebi prijelaz biciklističke staze preko kolnika (H19) razdjelnom crtom ispred razdjelnog otoka na području približavanja raskrižju propisane širine
- označiti središnji otok - bijela oznaka odnosno naizmjenično bijela oznaka



Slika 7. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu mini kružnog raskrižja

Izvor:

https://hrvatske-cestes.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf (16.6.2019.)

4.1.3. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MONTAŽNIM KRUNIM RASKRIŽJIMA

Prometna signalizacija montažnog kružnog raskrižja sastoji se od vertikalne signalizacije u koju ubrajamo prometne znakove i putokazne ploče, horizontalne signalizacije koja se sastoji od oznaka na kolniku te opreme ceste koja ima velik utjecaj na sudionike u prometu. Tlocrtne oznake montažnih kružnih raskrižja izvode se u žutoj boji.

U slučaju kada se montažno kružno raskrižje izvodi na lokaciji postojećeg klasičnog raskrižja, obavezno je, na određenoj udaljenosti i na svim prilaznim cestama, postaviti prometni znak A01 s dopunskom tablom E07 s natpisom „Pažnja – Promjena prometnog režima“ (Slika 8.) ili drugog odgovarajućeg sadržaja koji upozorava na izmijenjene uvjete prometovanja na raskrižju.



Slika 8. Obavezni prometni znak na montažnom raskrižju

Izvor: Izradio autor

Montažno kružno raskrižje se može primijeniti u trokrakim i četverokrakim, semaforiziranim i nesemaforiziranim raskrižjima. Kada se montažno kružno raskrižje primjenjuje u postojećem semaforiziranom raskrižju, semafore za pješake treba isključiti, a semafore za motorizirane sudionike staviti u režim „žuto treptavo“.

4.2. OPREMA KRUŽNIH RASKRIŽJA

U prometnu opremu na kružnom raskrižju spadaju:

- prometni znakovi
- prometna svjetla
- oznake na kolniku
- prometna oprema
- signalizacija
- rasvjeta
- oprema za smirivanje prometa

4.2.1. RAZDJELNI OTOCI

Razdjelni otok (Slika 9.) je od kolnika uzdignuta površina koja je oblikovana materijalima različite teksture i oblikuje se unutar površine linijama vodiljama ulaza, izlaza i kružnog kolnika. Razdjelni otoci imaju višeznačnu ulogu a to su:

- Razdjeljivanje i vođenje tokova
- Sprječavanje opasnih skraćivanja putanje vozila
- Najavu obaveznog usporavanja
- Pomoć pri poprečnom prelasku pješaka i biciklista
- Prostor za prometne znakove

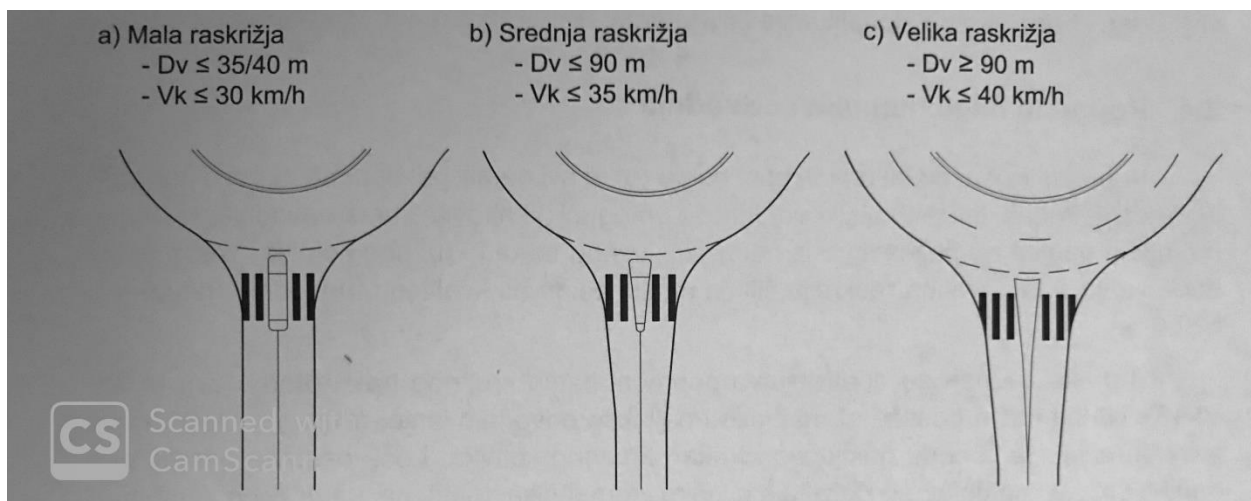


Slika 9. Razdjelni otok unutar površine za razdvajanje prometa

Izvor:

https://www.google.hr/search?q=Razdjelni+otok+unutar+povr%C5%A1ine+za+razdvajanje+prometa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBprjHpTbAhXS0aYKHRCfDRUQ_AUICigB&biw=1366&bih=635#imgrc= (16.6.2019.)

U izvan urbanim područjima izvode se kao zelena površina obrubljena cestovnim rubnjakom visine do 15 cm, a u urbanim područjima s površinom za prolaz pješaka. Razdjelni otoci trebaju biti prilagođeni veličini kružnog raskrižja i brzini na ulazu s privoza. Prema tlocrtnom oblikovanju razlikuju se paralelni, trokutasti i ljevkastí razdjelni otoci. (Slika 10.) U slučaju prelazaka biciklista potrebno je predvidjeti odmak od kružnog kolnika za duljinu vozila koje čeka.



Slika 10. Oblici razdjelnih otoka u ovisnosti o veličini (D_v) i brzini vožnje (V_k)

a) paralelni; b) trokutasti; c) ljevkasti

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.97

Uzdignuti razdjelni otok obavezni je dio privoza kružnom raskrižju na državnim cestama. Izuzetak su mini kružna raskrižja kada se zbog veličine površine kada se prikladnim oblikovanjem ili tipskim elementima označava ulaz i izlaz iz kružnog raskrižja.

Minimalna dimenzija razdjelnog otoka određena je položajem i veličinom vertikalne signalizacije. Znakovi C81 za izlaz iz kružnog raskrižja te K06 i B59 za prilaz kružnom raskrižju obavezno se postavljaju na razdjelnom otoku. Veličina znakova mora biti prilagođena kategoriji ceste, a širina razdjelnog otoka takva da osigurava potrebnu zaštitnu širinu između znaka i ruba kolnika.

Kada se razdjelni otok koristi kao površina za zaustavljanje pješaka i/ili biciklista, njegova širina treba u području prijelaza biti najmanje 2 m. izuzetak su razdjelni otoci na privozima s neprekinutim pješačkim i/ili biciklističkim prijelazima.

Cestovni rubnjak koji služi oblikovanju razdjelnog otoka nalazi se na udaljenosti ne manjoj od širine rubnog traka od linija vodilja ulaza i izlaza. Uz kružni kolnik rubnjak se polaže po vanjskoj liniji vanjskog radijusa kružnog kolnika ili pravcem na udaljenosti ne većoj od 50 cm.

Izuzetak su široki razdjelni otoci kod kojih je prikladnije rubnjak položiti paralelno s rubom kružnog kolnika ili formom razdjelnog otoka naglasiti smjerove kretanja vozila.¹³

4.2.2. PJEŠAČKI PRIJELAZI I PRIJELAZI BIKIKLISTIČKIH STAZA

Izvedbom prijelaza za pješake i/ili bicikliste ostvaruje se prometna sigurnost pješaka i/ili biciklista pri prijelazu privoza kužnog raskrižja. Prijelazi trebaju biti smješteni tako da podržavaju pješačke tokove u zoni kružnih raskrižja i da na sebe privuku što veći broj pješaka kako se ne bi upuštali u rizične prelaske na više mjesta.

Sa aspekta vozača posebnu pozornost treba posvetiti preglednosti na pješake na kružnim raskrižjima u blizini kojih se nalaze autobusna stajališta. Autobusi koji se zaustavljaju ne smiju ograničavati preglednost vozačima i pješacima.

U područjima velikog intenziteta pješačkog i/ili biciklističkog prometa položaj prijelaza potrebno je temeljito istražiti. Pri tome je posebno važno poštivati brzinu vožnje, prometno opterećenje, veličinu kružnog raskrižja te duljinu prijelaza. Također, potrebno je rješenje prilagoditi pravilima prvenstva prolaza između pješaka i biciklista te prikladno oblikovati površine za zaustavljanje pješaka/biciklista. Biciklistički prijelaz se postavlja između niše za čekanje i pješačkog prijelaza.

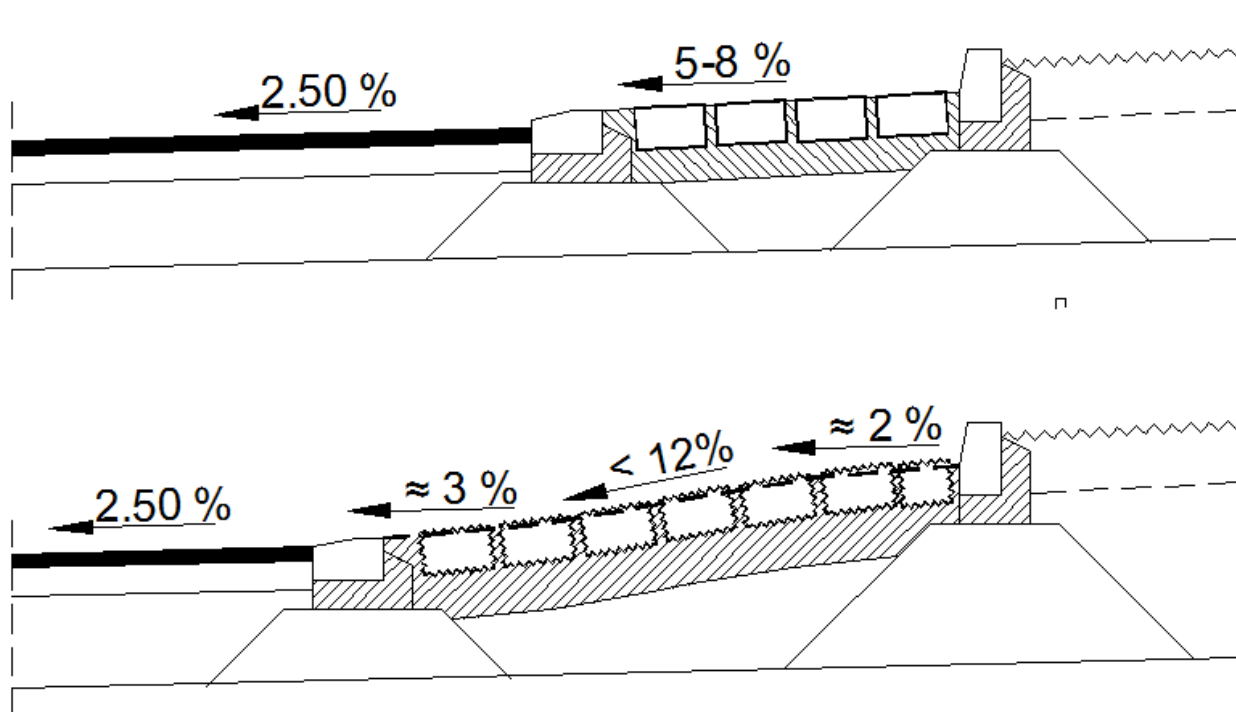
Primjena uzdignutih pješačkih/biciklističkih prijelaza primjerena je u urbanim sredinama s jače izraženim pješačkim prometom. Takvim oblikovanjem vrši se smanjenje brzine vozila na ulazu, ali je nepovoljno na privozima kojima prometuju vozila javnog gradskog prijevoza.

4.2.3. PROVOZNI DIO SREDIŠNJEG OTOKA

Provozni dio središnjeg otoka primjenjuje se kod malih i srednje velikih raskrižja kako bi se izbjegla izvedba neprimjereno širokog kružnog kolnika. Provozni dio zajedno s kružnim kolnikom omogućuje dugim vozilima prolaz kroz raskrižje. Širina povoznog dijela iznosi minimalno 1 m a određuje se ovisno o veličini površine tragova pri vožnji mjerodavnog vozila kroz kružno raskrižje u punom krugu. Provozne površine namijenjene su vozilima s velikim osovinskim opterećenjem te su izložene velikim tangencijalnim naprezanjima.

¹³ Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.72

Provozni dio središnjeg otoka treba biti izveden na način i od takvog materijala da vozače kratkih vozila odvraća korištenja tj. da ga koriste samo ona vozila koja bez njegovog korištenja ne bi mogla proći kroz kružno raskrižje. Takvi uvjeti postižu se denivelacijom, dovoljno velikim nagibom prema van (do 8%) i hrapavom površinom povoznog dijela. (Slika 11.) Pri dimenzioniranju elemenata i izboru vrste materijala treba se paziti da ne bi došlo do oštećenja. Najčešće se koriste granitne kocke položene u betonsku podlogu. Visina rubova kojima prolaze kotači ne smije biti veća od 3 cm.



Slika 11. Izvedba provoznog dijela središnjeg otoka

Izvor: Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014.

4.2.4. RUBNJACI

Prilikom oblikovanja rubova kolnika koriste se cestovni rubnjaci čime se postiže uočljivost te sakupljanje površinskih oborinskih voda. Visina ugrađenog rubnjaka treba biti 12 do 15 cm. Isti elementi koriste se i za izvedbu prijelaznih površina kao polegnuti rubnjaci i u tom slučaju visina ugrađenog rubnjaka ne treba biti veća od 3 cm. Na kružnim raskrižjima obvezna je izvedba

razdjelnih i središnjeg otoka cestovnim rubnjacima, a preporučuje se i na vanjskim rubovima kolnika u užem području raskrižja.

Uz rubnjake na vanjskoj strani kolnika sakupljaju se površinske oborinske vode i primjereno je uz veće slivne površine uz rubnjak izvesti rigol ili omogućiti učinkovito sakupljanje voda slivnicama i slivničkim rešetkama. (Slika 12.)



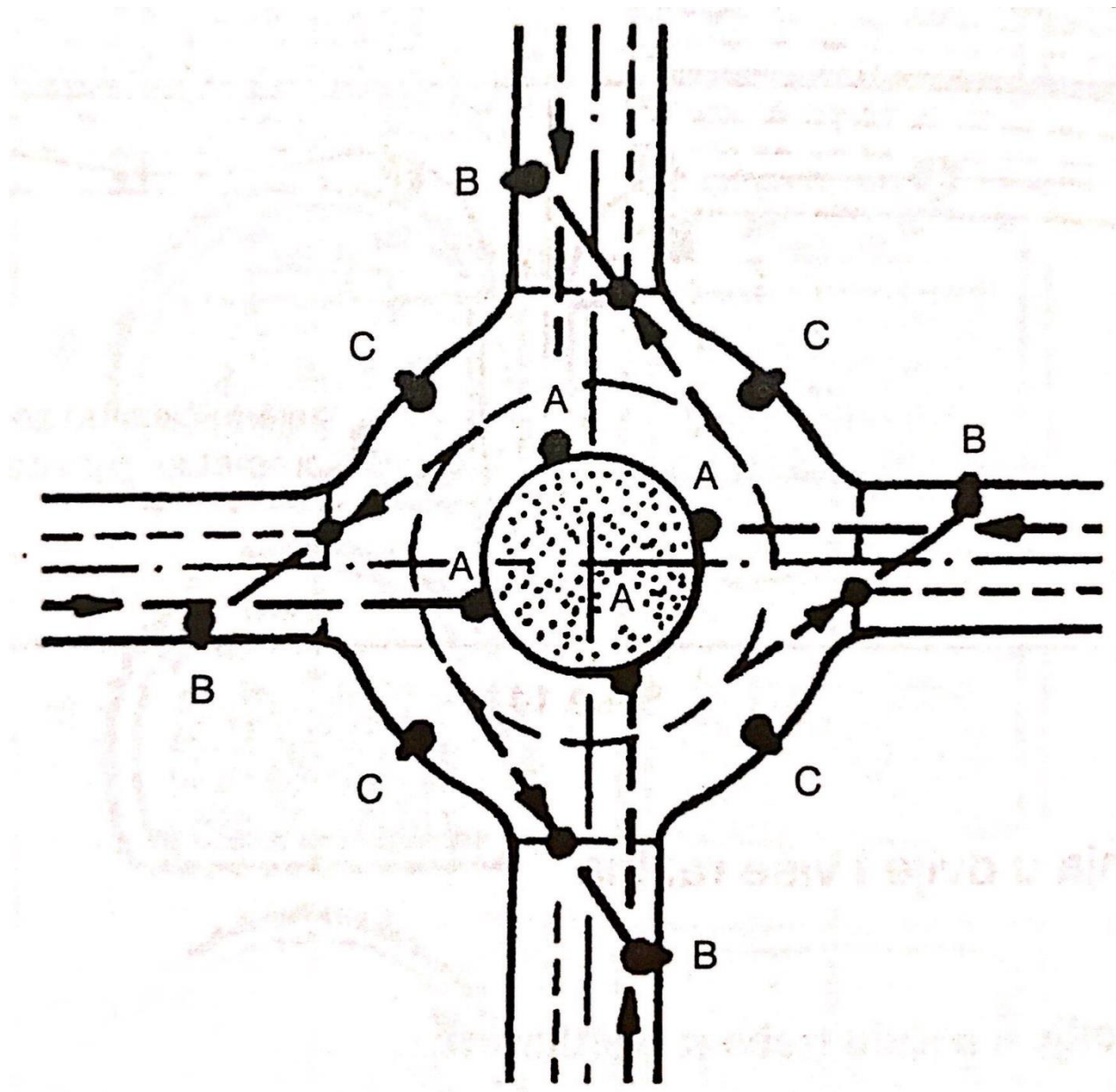
Slika 12. Učinkovito prikupljanje oborinske odvodnje

Izvor: Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014.

4.3. RASVJETA

Kružno raskrižje mora biti odgovarajuće osvijetljeno radi osiguranja prometne sigurnosti noću i u posebnim vremenskim prilikama. Svaki izlaz iz raskrižja treba biti osvijetljen na dužini od otprilike 100 m (minimalno 3 rasvjetna stupa od ulaska u raskrižje. Boja svjetlosti i visina svjetiljki moraju biti jednake na cijelom području raskrižja. Ceste s kružnim tokom prometa, ako

postoji središnji otok ma njih dimenzija, rasvjetljuju se s pomoću jednog središnjeg stupa s odgovarajućim brojem svjetiljaka. Na raskrižjima s većim središnjim otokom (Slika 13.) rasvjetna mjesta postavljaju se na produžetku svake osi pojedinog prometnog traka na rub otoka (A) i na produžetku tangente na simetralu ceste koja prolazi kroz sjecište osi prometnih trakova na ulaznim cestama (B).



Slika 13. Rasvjeta na kružnim raskrižjima

Izvor: Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.

Prilikom rješavanja cestovne rasvjete pažnju treba posvetiti prometnoj signalizaciji te voditi računa:

- O usklađenom razmještanju stupova cestovne rasvjete s položajem i vrstom stupova prometne signalizacije, stupovi cestovne rasvjete svojim smještajem ne smiju ometati dobru uočljivost prometnih znakova i semafora
- Na kontinuirano rasvijetljenoj cesti uz dobru jednolikost i ograničeno bliještanje potrebno je uskladiti stupove cestovne rasvjete s konstrukcijom za smještaj prometne signalizacije
- Ukoliko se ne mogu koristiti zajednički stupovi, razmaci između stupova rasvjete i stupova prometne signalizacije moraju biti najmanje 10 metara, a stup rasvjete ne smije zasjenjivati prometni signal iz normalnog položaja i smjera vožnje
- Uskladiti režim rada uređaja prometne rasvjete s režimom rada cestovne rasvjete što omogućuje istovremeno paljenje i gašenje u posebnim uvjetima¹⁴

Cestovna rasvjeta projektira se i izvodi u skladu s europskom normom EN 13 201, važećim nacionalnim propisima i tehničkim preporukama međunarodne svjetlotehničke komisije CIE.

4.4. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Prilikom krajobraznog uređenja kružnog raskrižja glavni uvjet je osigurati sigurno odvijanje prometa te ih istovremeno naglasiti u oblikovnom smislu. Središnji otok kružnog raskrižja pruža priliku za krajobrazno uređenje i poboljšanje koje druge vrste prometnih rješenja raskrižja ne mogu pružiti. Projekt krajobraznog uređenja treba biti sastavni dio projekta raskrižja, kako na razini državnih cesta tako i na razini ostalih javnih cesta i gradskih ulica. Krajobrazno uređenje služi da bi se povećala učinkovitost i sigurnost prometovanja u kružnom raskrižju, a istovremeno djeluje i na poboljšanje estetike na širem području. Prilikom krajobraznog uređenja raskrižja potreban je zajednički rad stručnjaka različitih struka. Kod uređenja središnjeg otoka treba se pridržavati sljedećih načela:

- Prilagođavanjem zemljišta treba vozače upozoriti na približavanje kružnom raskrižju
- Uređenje treba poboljšati ili ne ometati vidljivost kružnog raskrižja

¹⁴ Legac, I.: Gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 318

- Ne smije dovesti do opasnih situacija u prometu na kružnom raskrižju
- Osigurati potrebnu horizontalu preglednost u raskrižju
- Ne smije zaklanjati prometnu signalizaciju na raskrižju
- Osigurati zaklanjanje pogleda na promet na suprotnoj strani kružnog raskrižja
- Središnji otok mora biti oblikovan tako da noću onemogućava zasljepljivanje nasuprot dolazećih vozila
- Treba jasno ukazati vozaču da ne može ravno proći kroz raskrižje
- Obeshrabriti pješački promet kroz središte otoka
- Treba utjecati na poboljšanje estetike na području ulice i slike urbanog okoliša koliko god je to moguće
- Održavanje raskrižja treba biti što jednostavnije i lakše izvedivo bez ugrožavanja sigurnosti prometa
- Prilikom izbora zelenila potrebno je uvažiti prije svega činjenicu da u središnji otok pristaje autohtono raslinje¹⁵

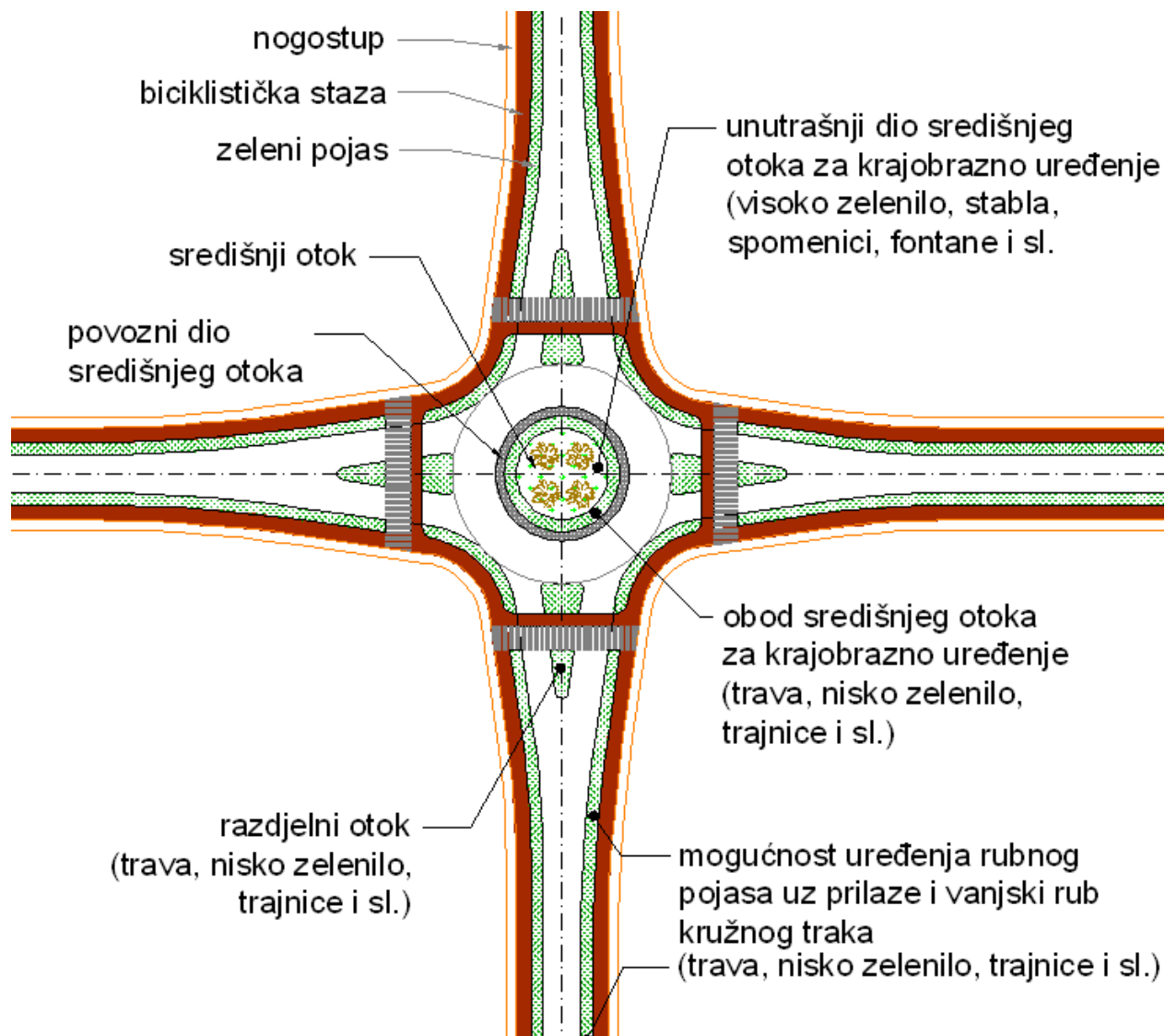


Slika 14. Prikladno uređenje kružnog toka

Izvor: <http://www.brodportal.hr/clanak/nema-dvojbi-rotori-spasavaju-zivote-21630>
(27.6.2019.)

¹⁵ Deluka-Tibljáš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.76

Opseg dijela središnjeg otoka koji se uređuje hortikulturno sadnjom niskog zelenila razine grmlja, trava ili drveća ovisi o veličini središnjeg otoka, kao i o uvjetima preglednosti u kružnom traku i na ulasku u kružno raskrižje.



Slika 15. Područja krajobraznog uređenja kružnog raskrižja u izvan urbanoj sredini

Izvor: Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.77

Veličina i lokacija kružnog raskrižja utječu na vrstu i način krajobraznog uređenja. Sadnja na središnjem otoku kružnih raskrižja čiji je promjer manji od 10 m s visokom vegetacijom

neprihvatljiva je s obzirom na potrebu da se osigura preglednost u sredini otoka te da ostaje vrlo mala površina raspoloživa za sadnju.

Kod izrade projekta krajobraznog uređenja kružnog raskrižja treba uzeti u obzir realan program održavanja. Potrebno je odrediti odgovornog subjekta za održavanje, opskrbu vodom i odvodnju raskrižja. Najčešće su to gradska komunalna društva koja su zadužena za održavanje ozelenjenih površina. Treba planirati optimalno održavanje središnjeg otoka (košnja trave, zalijevanje, obrezivanje i dr.). Prilikom odabira biljnih vrsta koje se sade u središnjem otoku treba voditi računa da biljke budu slične izgledom, sporim rastom i jednostavne za oblikovanje i održavanje. Kod planiranja hortikulture treba imati u vidu koliki je očekivani rast pojedinih vrsta koje se sade u području raskrižja. Travu, grmlje i stabla treba redovito uređivati i orezivanjem spriječiti ometanje preglednosti i održavati uređenost raskrižja. Ukoliko hortikulturno uređenje zahtjeva česta zalijevanja preporučuje se postavljanje samo pokretne prskalice za zalijevanje. Kod primjene ovog sustava treba se smanjiti otjecanje vode na kolnik jer se na mokrom kolniku, posebice u ljetnim mjesecima, smanjuje sigurnost prometa.

Postavljanje reklamnih sadržaja, znakova i drugih građevina ili uređaja za vizualne ili auditivne informacije i reklame u središnjem kružnom otoku nije dopušteno. Pri postavljanju objekata/građevina u središnji otok kružnog raskrižja treba se voditi načelom da se stavlja nešto vrlo konkretno za što nije potrebno duže od 3 sekunde da se spozna. U protivnom to može biti opasno jer vozač prilikom ulaska u kružno raskrižje, zbog potrebne pozornosti na ostale sudionike u prometu, ima ograničeno vrijeme za spoznavanje okoliša i uređenja kružnog raskrižja.

5. SIGURNOST PROMETA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogih konfliktnih situacija. Analizirajući moguće uzroke, cestovni promet se može promatrati kao sustav od tri osnovna podsustava:

- čovjek
- vozilo
- cesta¹⁶

Nepoželjne pojave cestovnog prometa su prometne nesreće. Prometna nesreća je događaj na cesti koji je uzrokovan kršenjem prometnih propisa u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili u roku od 30 dana preminula od posljedica prometne nesreće ili je izazvana materijalna šteta.¹⁷ Tipične vrste prometnih nesreća u kružnom raskrižju su:

- pretjecanje ispred kružnog raskrižja
- sudar sa biciklistom/pješakom
- sudar na ulazu
- sudar pri promjeni voznog traka
- nalet straga pri ulazu u kružno raskrižje
- nalet straga pri izlazu iz kružnog raskrižja
- nalet na središnji otok
- nalet na razdjelni otok pri izlazu iz kružnog raskrižja
- izlijetanje iz kružnog kolničkog traka
- prevrtanje
- nalet na razdjelni otok pri ulazu u kružno raskrižje
- zanošenje vozila pri izlazu iz kružnog raskrižja
- vožnja u suprotnom smjeru od kretanja prometa u kružnom raskrižju¹⁸

¹⁶ Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I – radni materijal za predavanje, Fakultet prometnih znanosti,

¹⁷ Zakon o sigurnosti prometa na cestama, čl. 2. (NN 80/13, 158/13, 64/15, 108/17)

¹⁸ Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.16

5.1. SIGURNOST MOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETU

Sa stajališta osiguravanja prometne sigurnosti glavna prednost jednotračnih kružnih raskrižja, u usporedbi sa standardnim trokrakim ili četverokrakim raskrižjima, je nepostojanje konfliktne zone unutar raskrižja te eliminacija konfliktnih točaka prvog reda (križanje) i drugo reda (preplitanje). Ovakvim se rješenjem raskrižja također smanjuje broj konfliktnih točaka trećeg reda (ulijevanje, izlivanje).

Klasično četverokrako raskrižje ima 32 potencijalne konfliktne točke (16 križanja, 8 ulijevanja i 8 izlivanja), a jednotračno četverokrako kružno raskrižje samo 8 potencijalnih konfliktnih točaka (4 ulijevanja i 4 izlivanja).

U kružnim raskrižjima postoji mogućnost nekoliko vrsta prometnih nezgoda koje nisu ni na koji način svojstvene nezgodama na klasičnim tipovima raskrižja, a i posljedice prometnih nezgoda su različite od onih na klasičnim raskrižjima. Gledajući sa stajališta sigurnosti kružna raskrižja su pouzdanija jer prometne nezgode u kružnim raskrižjima imaju lakše posljedice od onih na klasičnim raskrižjima i u većini slučajeva bez smrtno stradalih i teže ozlijeđenih osoba. Razlog tome je da u kružnim raskrižjima ne dolazi do čeonih sudara kod kojih su najteže posljedice. Kod kružnih raskrižja sudari između vozila su uglavnom bočni pod ostrim kutom ili nalijetanje vozila sa stražnje strane.

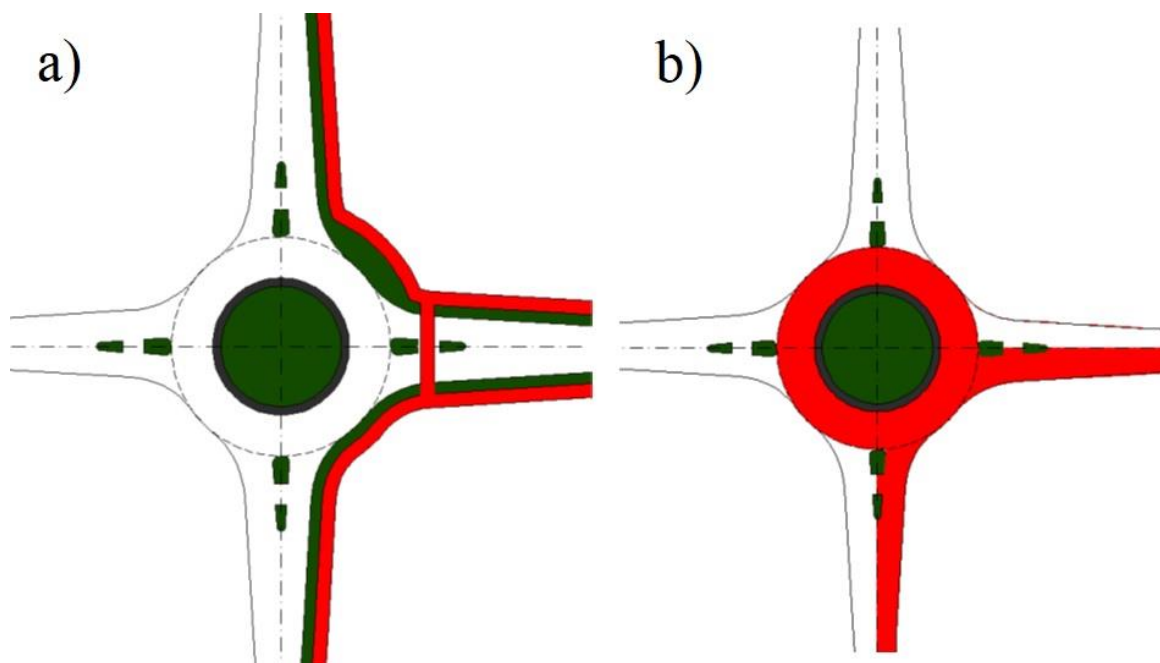
5.2. SIGURNOST NEMOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETU

Nemotorizirani sudionici u prometu su pješaci i biciklisti, a njihova sigurnost u zoni kružnih raskrižja prvenstveno ovisi o primjerenoj izvedbi vertikalne i horizontalne signalizacije i razdjelnih otoka kao i načina vođenja biciklističkog prometa u zoni kružnog raskrižja. Križanja motornog prometa sa pješacima i biciklistima potrebno je predvidjeti pod pravim kutom kako bi se osigurala preglednost. Takvim načinom se postiže da su jedine konfliktne točke na mjestu prijelaza preko krakova kružnog raskrižja, a i na tim mjestima su pješaci i biciklisti dijelom zaštićeni razdjelnim otocima.

Dva načina vođenja biciklista u zoni kružnog raskrižja:

- samostalno (odvojeno) vođenje biciklističkog prometa biciklističkom stazom (paralelno sa rubom kružnog raskrižja ili u obliku koncentričnog kruga) (Slika 16a.)

- zajedničko vođenje motornog i biciklističkog prometa (na istim prometnim površinama) (Slika 16b.)

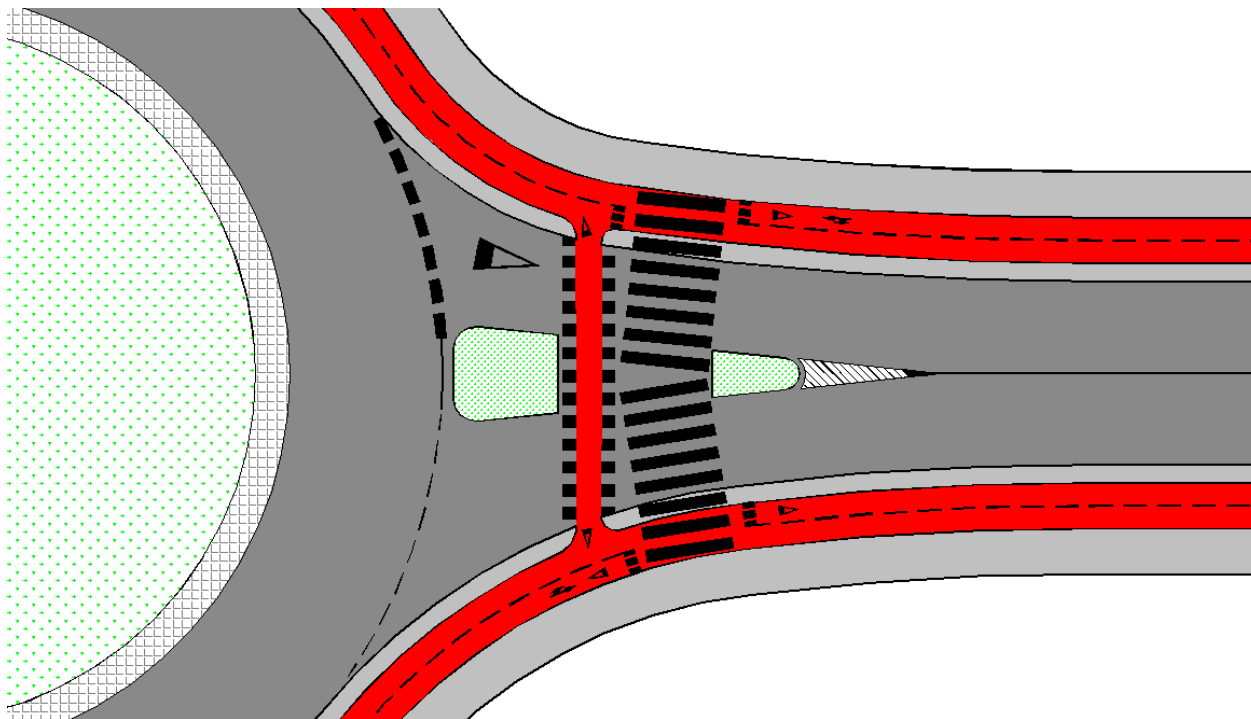


Slika 16. Načini vođenja biciklističkog prometa u zoni kružnog raskrižja

Izvor: Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.17

Samostalno vođenje biciklista u zoni kružnog raskrižja je najsigurniji način vođenja biciklističkog prometa. Takav način zahtjeva veći prostor i financije u odnosu na zajedničko vođenje, ali doprinosi unaprjeđenju sigurnosti na kružnom raskrižju.

Vođenje biciklista preko krakova kružnih raskrižja razlikuje se ovisno o smještaju kružnog raskrižja uobičajeno je da biciklistička staza bude smještena bliže uz kružni kolnik (Slika 17.). Pješaci se prijelaz u tom slučaju smješta na kraku dalje od samog kružnog traka. Biciklisti se pri prijelazu kružnog kraka moraju obavezno zaustaviti.



Slika 17. Prijelaz biciklističke trake preko kraka kružnog raskrižja

Izvor: Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.17

Na izvan urbanim kružnim raskrižjima, gdje je manji intenzitet biciklističkog i pješačkog prometa, prijelaz biciklista preko kraka kružnog raskrižja postavlja se na udaljenosti ne manjoj od 10 m od vanjskog ruba kružnog raskrižja. Ovakvim načinom se daje prednost motornim vozilima pri ulazu i izlazu iz kružnog raskrižja.¹⁹

Sudari između motornih vozila i biciklista ili pješaka koji prelaze krak kružnog raskrižja su isti kao i kod klasičnih raskrižja, ali posljedice sudara su lakše zbog manje brzine vozila na ulazu i izlazu iz kružnog raskrižja.

¹⁹ Ibid., p.17

5.3. SIGURNOST OSOBA S INVALIDITETOM I OSOBA SMANJENE POKRETLJIVOSTI

Najranjivija skupina sudionika u prometu su osobe s invaliditetom i smanjene pokretljivosti te im zbog toga treba posvetiti posebnu pozornost pri planiranju i projektiranju kružnih raskrižja. Pješački prijelazi na kružnom raskrižju moraju biti prilagođeni kretanju osoba s invaliditetom i smanjene pokretljivosti.²⁰

Prilikom planiranja i projektiranja kružnih raskrižja također je jako važno voditi brigu o slabovidnim pješacima u zoni raskrižja jer na ovim raskrižjima za razliku od klasičnih semaforiziranih raskrižja njihovo vođenje kroz raskrižje nije moguće pomoću zvučnih signala. Da bi sigurno prošle kroz raskrižje ove osobe moraju obaviti četiri radnje:

1. Pronaći pješački prijelaz
2. Otkriti sigurnu prazninu u prometu kada mogu prijeći
3. Pronaći upušteni dio u razdjelnom otoku
4. Pronaći odgovarajući nogostup na suprotnoj strani kako bi nastavile put

Kako bi se osiguralo kretanje osoba s invaliditetom i smanjene pokretljivosti kroz kružna raskrižja potrebno je predvidjeti sljedeće:

- Prijelaz s nogostupa na razinu kolnika osigurati zasjekom rubnjaka
- Na zasjeku rubnjaka izvedeno taktilno polje upozorenja za slijepe i slabovidne osobe
- Kod razdjelnih pješačkih otoka u razini kolnika označene taktilne crte vođenja za slijepe i slabovidne osobe²¹

5.4. OSIGURANJE PREGLEDNOSTI U KRUŽNOM RASKRIŽJU

U sklopu projektiranja neophodno je provesti provjeru i osiguranje preglednosti u raskrižju. Prije razvrstavanja bitno je razjasniti neka polazišta i razlikovnosti dviju vrsti preglednosti:

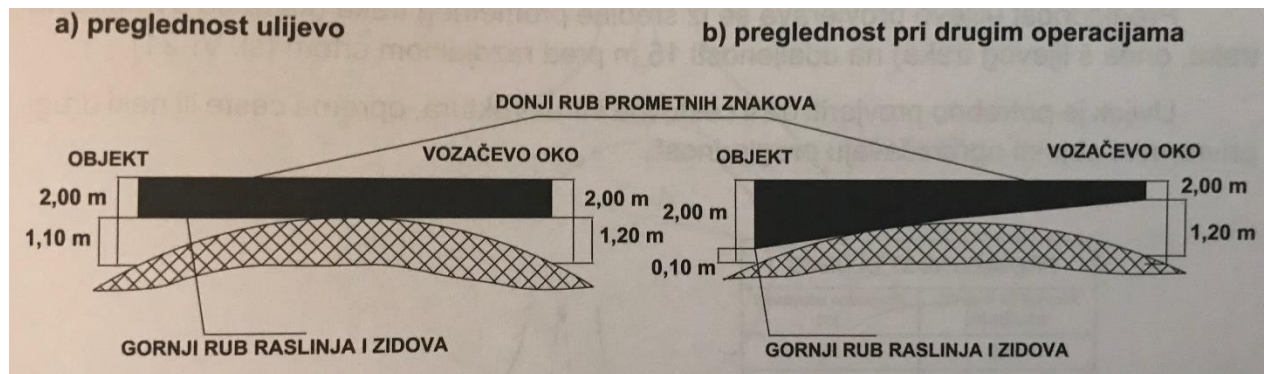
- Preglednost na ulazu u kružno raskrižje (i oko središnjeg otoka)

²⁰ Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13)

²¹ Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.18

- Preglednost pri ostalim prometnim operacijama (kruženje, napuštanje kružnog raskrižja)

Ovo razvrstavanje uzrokovano je visinom prepreke koju vozač mora uočiti, a pregledno polje ulijevo i preko središnjeg otoka mora biti omogućeno kao što prikazuje Slika 18.

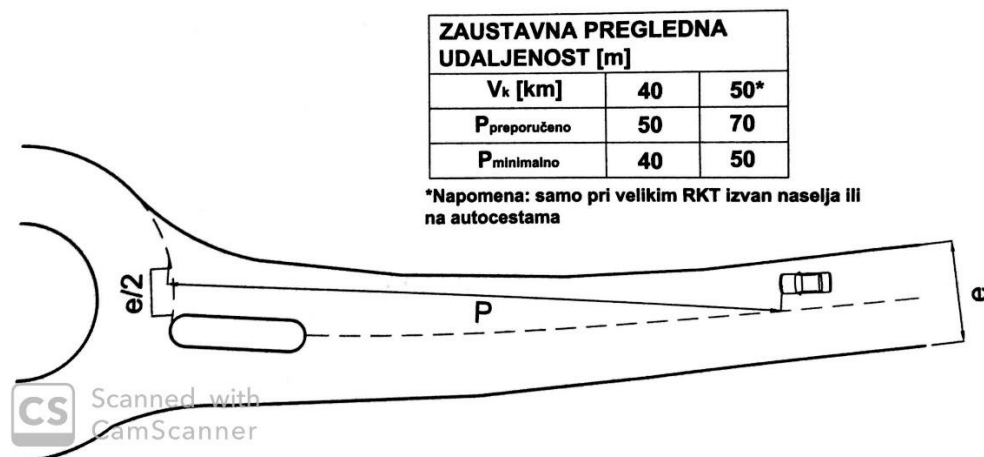


Slika 18. Preglednost na ulazu i pri ostalim prometnim operacijama

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

5.4.1. ČELNA PREGLEDNOST NA ULAZU U KRUŽNO RASKRIŽJE

Horizontalna čelna preglednost [m] treba omogućiti pravodobno uočavanje sporne situacije prilikom približavanja kružnom raskrižju. (Slika 19.) Zaustavna ili čelna preglednost ovisi o brzini približavanja raskrižju pa ako se ona ne može osigurati potrebno je vozače pravodobno obavijestiti dodatnim prometnim znakovima.

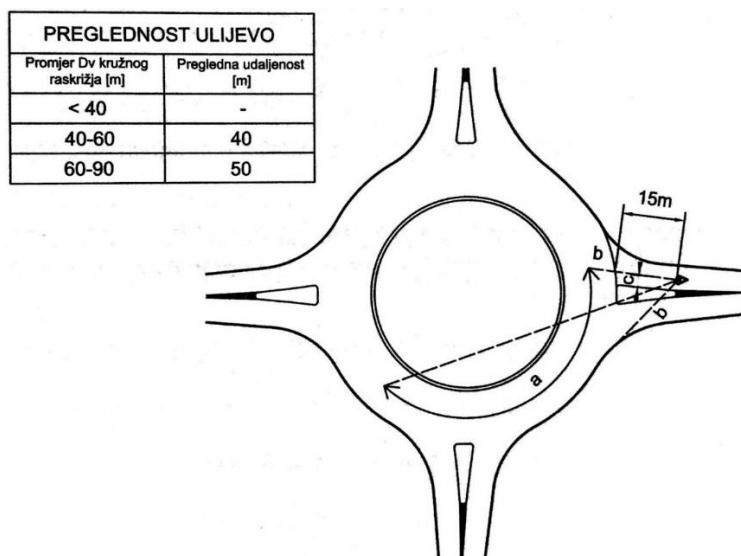


Slika 19. Čelna preglednost

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

5.4.2. PREGLEDNOST ULIJEVO

Vozačima motornih vozila koja se približavaju tlocrtnoj oznaci za označavanje ruba kružnog kolnika mora biti omogućen pregled nad cjelokupnom širinom kružnog kolnika (Slika 20.), od razdjelne crte na njihovu lijevu stranu i to do udaljenosti koja je potrebna za zaustavljanje, mjereno uzduž osovine kružnog kolnika. Preglednost ulijevo provjerava se iz sredine prometnog traka na udaljenosti 25 m pred razdjelnom crtom. Uvijek je potrebno provjeriti je li cestovna infrastruktura, oprema ceste ili neki drugi privremeni objekti ograničavaju preglednost.²²



Gdje je:

a – pregleda udaljenost u funkciji brzine u kružnom raskrižju

b – granica preglednog polja

c – polovična širina neproširenog kolničkog traka

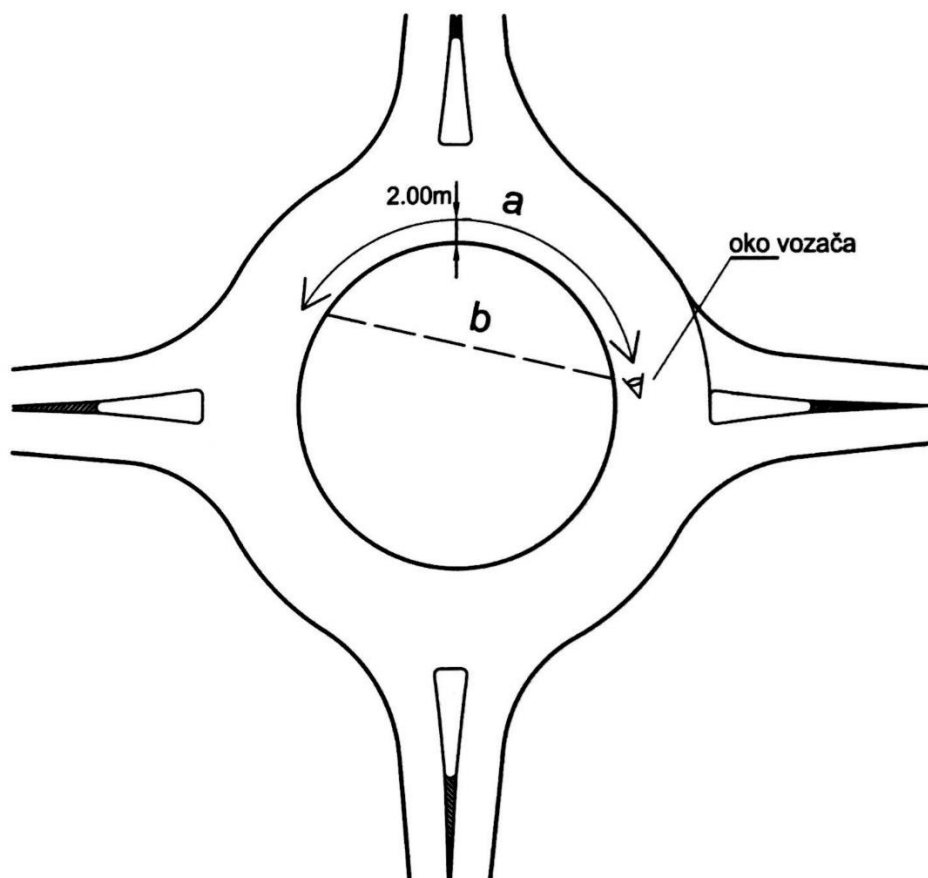
Slika 20. Preglednost ulijevo

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

²² Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.87

5.4.3. PREGLEDNOST NA KRUŽNOM KOLNIKU

Vozačima u kružnom toku treba biti omogućena preglednost nad cjelokupnom širinom kružnog kolnika pred njima i to na udaljenosti koja odgovara veličini kružnog raskrižja. Preglednost je potrebno provjeriti 2 m od ruba središnjeg otoka. (Slika 21.)



a – pregledna udaljenost u funkciji brzine u kružnom raskrižju

b – granica preglednosti polja

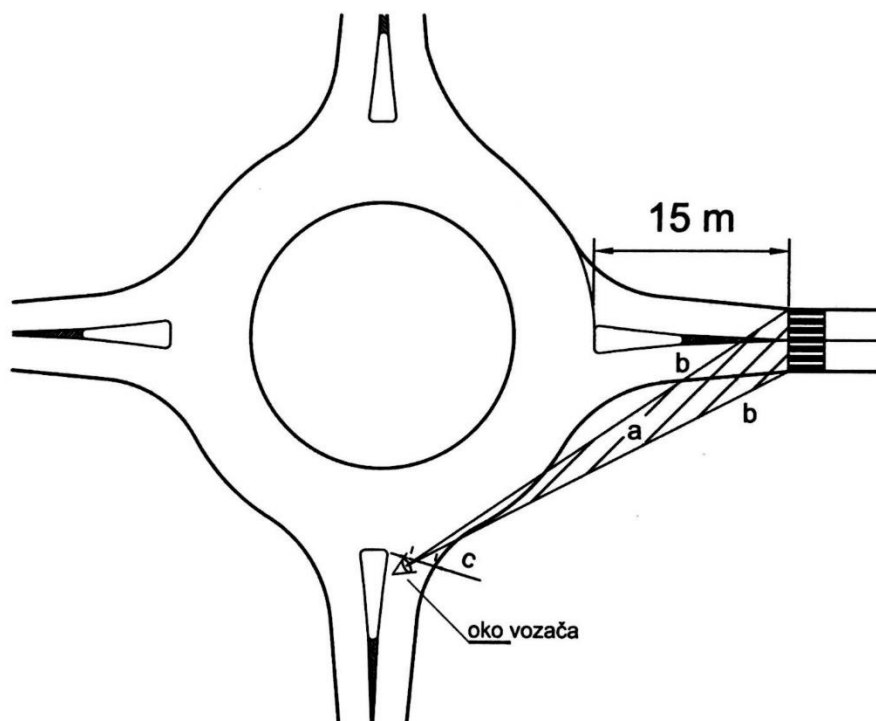
Slika 21. Preglednost na kružnom kolniku

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

5.4.4. PREGLEDNOST DO PJEŠAČKOG PRIJELAZA

Vozači koji se približavaju kružnom raskrižju trebaju imati omogućenu takvu sigurnost koja im omogućava sigurno zaustavljanje pri brzini koja je dopuštena na ulazu u kružno raskrižje. Kod

malih i srednje velikih kružnih raskrižja potrebno je vozačima vozila koja stoje neposredno iza razdjelne crte, omogućiti pregled nad cjelokupnim širinom pješačkog prijelaza na sljedećem izlazu (ako je pješački prijelaz udaljen do 50 m od kružnog raskrižja).



a – minimalno područje preko kojeg mora biti omogućena neometana preglednost u slučaju da je pješački prijelaz od kružnog raskrižja udaljen do 50 m, gledano iz točke 'c'

b – granica preglednosti polja

c – polovična širina prometnog traka

Slika 22. Preglednost na ulazu do pješačkog prijelaza na sljedećem izlazu

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

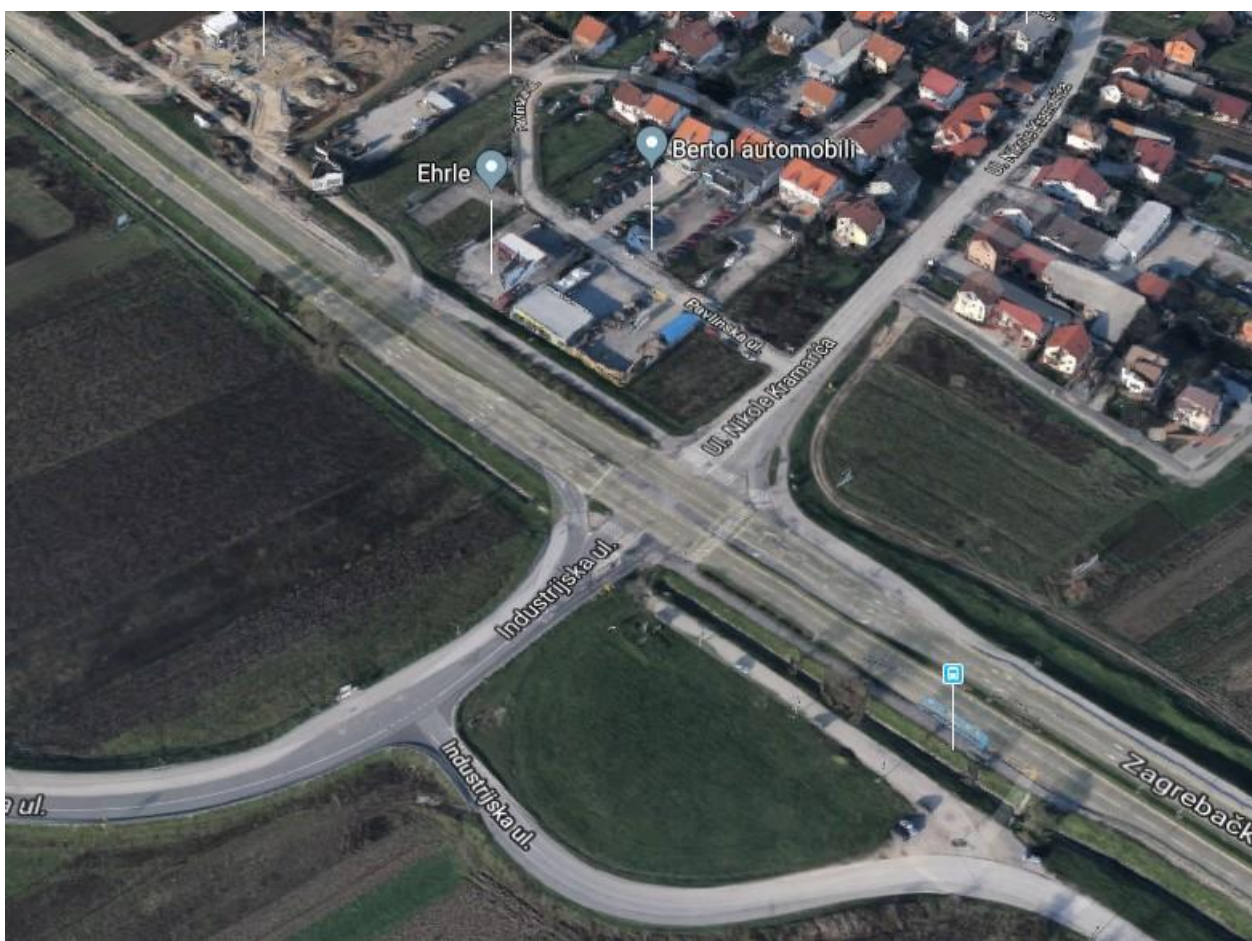
5.4.5. OMETANJE PREGLEDNOSTI

Prometni znakovi, visoko i gusto raslinje, parkirana vozila, stabla i drugi uzdignuti elementi i objekti smiju biti unutar preglednog polja jedino ako ne ometaju preglednost. Također, stabla, stupovi javne rasvjete, stupovi nadvožnjaka itd. smiju biti u preglednom polju samo ako su uži od

55 cm. Gdje je moguće potrebno je izvesti hodnike za pješake izvan preglednih polja, a gdje to nije moguće treba izvesti tako da promet pješaka što manje utječe na pogoršanje preglednosti.

6. IZVEDBA KRUŽNOG RASKRIŽJA U CILJU POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Primjer raskrižja koje treba rekonstruirati u kružno raskrižje je Zagrebačka ulica – Ulica Nikole Kramarića – Industrijska ulica u naselju Velika Mlaka u Velikoj Gorici. Križanje se nalazi na prometnom pravcu koji povezuje gradove Zagreb i Veliku Goricu te također povezuje Zračnu luku Zagreb sa Zagrebom. Razlog zbog kojeg je potrebna rekonstrukcija raskrižja je veliki broj prometnih nesreća. U prvoj polovici 2019. godine, na navedenom raskrižju, dogodile su se 3 veće prometne nesreće u kojima je jedna osoba poginula, a 4 osobe su dobile teže tjelesne ozljede.



Slika 23. Tlocrtna slika raskrižja

Izvor: <https://www.google.hr/maps/@45.7270465,16.0285031,335a,35y,339.44h,39.38t/data=!3m1!1e3?hl=hr> (3.8.2019.)

Preglednost navedenog raskrižja koje je kontrolirano semaforima je odlična i s tog aspekta udovoljava sigurnosti prometa, no glavni nedostatak je što je iz smjera Velike Gorice do raskrižja ograničenje brzine 80 km/h te neposredno prije raskrižja je nadvožnjak gdje vrlo često vozači ulaze u raskrižje neprilagođenom brzinom koja za posljedicu ima nedovoljno vremena za uočavanje i reakciju te nalijetanje na druga vozila iz drugih smjerova ili proklizavanje pri jakom kočenju. Takvi uvjeti uzrokuju smanjenje sigurnosti prometa na raskrižju. Zbog prevelike brzine događaju se prometne nesreće jer nakon spuštanja s nadvožnjaka vozila koja nailaze velikom brzinom nisu u mogućnosti na vrijeme reagirati. Izvedbom kružnog raskrižja na navedenom križanju postigla bi se određena sigurnost prometa zbog potrebe usporavanja vozila pri prolasku kroz kružno raskrižje. Propusna moć je zadovoljavajuća jer u rijetkim slučajevima dolazi do zagušenja prometa.

Istraživanja su pokazala da se najveći broj prometnih nesreća događa na raskrižjima, njih čak 40-50%.²³ Prema podacima MUP-a za 2018. godinu broj prometnih nesreća na raskrižjima s kružnim tokom prometa je 520, dok je na četverokrakim raskrižjima broj prometnih nesreća 3590, skoro 7 puta veći.²⁴ U zadnjih 20 godina broj kružnih tokova u Hrvatskoj, ali i u ostalim zemljama Europe, se znatno povećao. Kada se gleda s aspekta sigurnosti kružna raskrižja pokazala su se kao vrlo kvalitetno rješenje u povećanju sigurnosti odvijanja prometa te smanjenju broja prometnih nesreća. Glavne prednosti kružnih raskrižja su smanjenje konfliktnih točaka u odnosu na klasična raskrižja, smanjenje brzine pri ulasku u raskrižje što povlači za sobom i blaže posljedice prometnih nesreća i smanjeni kut pri ulasku u raskrižje čime se onemogućuje pojava frontalnog sudara dok se bočni događa pod velikim kutom što također umanjuje posljedice prometnih nesreća.

Prednosti kružnih raskrižja:

- Znatno veća sigurnost prometa (manji broj konfliktnih točaka u odnosu na klasično izravno kanaliziranim raskrižjima u jednoj razini, ne postoje konfliktne točke križanja i preplitanja, manje brzine pri eventualnom sudaru sa pješacima, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjenja brzine)
- Niža razina buke i emisija štetnih plinova
- Blaže posljedice prometnih nesreća (nema čeonih sudara i sudara pod pravim kutom)

²³ Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.

²⁴<https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2018/Statisticki%20pregled%20temeljnih%20sigurnosnih%20pokazatelja%20i%20rezultata%20rada%20u%202018.%20godini.pdf>

- Mogućnost propuštanja prometnih tokova velikih jakosti
- Kraće čekanje na prilazima
- Manje zauzimanje prostora (nepotrebni su trakovi za lijevo i desno skretanje)
- Dobro rješenje za raskrižja s približno jednakim prometnim opterećenjem na glavnom i sporednom prometnom smjeru
- Dobro rješenje u raskrižjima s više krakova (pet ili više)
- Manji troškovi održavanja
- Dobro rješenje kao mjera za smirivanje prometa u urbanim sredinama
- Mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor, odnosno uređenja kužnog raskrižja
- Povoljniji utjecaj na okoliš u odnosu na semaforizirana raskrižja²⁵

²⁵ Deluka-Tibljáš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p. 11

7. ZAKLJUČAK

S aspekta sigurnosti kružna raskrižja su u velikoj prednosti u odnosu na klasična četverokraka i trokraka raskrižja. Brzina vožnje je mala pa su samim time i posljedice u slučaju nesreće blaže, a i manja je mogućnost uzrokovanja prometnih nesreća što je posljedica manjeg broja konfliktnih točaka u odnosu na klasična raskrižja. U ovom radu su analizirane sigurnosti svih sudionika u prometu, motoriziranih, nemotoriziranih i osoba smanjene pokretljivosti čime se dolazi do zaključka da kružna raskrižja pružaju najveću sigurnost svih sudionika u prometu. Prilikom projektiranja kružnih raskrižja glavni cilj je osigurati sigurnost svih sudionika u prometu. U slučaju jednako raspoređenog opterećenja na prilazima kružna raskrižja omogućuju bolji protok prometa u odnosu na klasična raskrižja pa je samim time vrijeme čekanja smanjeno. Troškovi izgradnje kružnih i klasičnih raskrižja su podjednaki međutim troškovi održavanja kružnih raskrižja su znatno manji. Kružna raskrižja pridonose očuvanju ekologije na način da smanjuju potrošnju goriva, buke te količinu štetnih tvari koja vozila ispuštaju u atmosferu. Pri odabiru raskrižja potrebno je obratiti pozornost i na estetski izgled, u kojem kružna raskrižja nude mogućnost ljepše slike u okolišu te mogućnost estetskog uređenja i oblikovanja središnjeg otoka.

Prometna signalizacija, oprema, rasvjeta i uređenje su jedni od najvažnijih elemenata koji utječu na sigurnost prometa na kružnim raskrižjima. Pravilnim postavljanjem ostvaruje se potrebna sigurnost svih sudionika u prometu. U opremu na kružnim raskrižjima spadaju: oznake na kolniku, prometna svjetla, prometni znakovi, prometna signalizacija, prometna oprema, rasvjeta te oprema za smirivanje prometa.

U završnom radu analizirano je raskrižje Zagrebačka ulica – Ulica Nikole Kramarića – Industrijska ulica u Velika Mlaci koje je prikladno za rekonstrukciju u kružno raskrižje. Izvedbom kružnog raskrižja smanjiti će se brzine kretanja vozila koji će biti primorani usporiti pri ulasku u kružno raskrižje, smanjiti će se broj prometnih nesreća zbog smanjenja broja konfliktnih točaka i brzine te će posljedice u slučaju prometnih nesreća biti blaže.

LITERATURA

KNJIGE:

1. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
2. Legac, I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008
3. Kenjić, Z.: Priručnik za planiranje i projektovanje kružnih raskrsnica – rotora, IPSA, Sarajevo, 2009.
4. Deluka-Tibljaš, A., Tollazi, T., Barišić, I., Babić, S., Šurdonja, S., Renčelj, M., Pranjić, I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014.
5. Legac, I.: Gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
6. Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I – radni materijal za predavanje, Fakultet prometnih znanosti
7. Zakon o sigurnosti prometa na cestama, čl. 2. (NN 80/13, 158/13, 64/15, 108/17)
8. Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13)
- 9.

INTERNETSKI IZVORI:

1. https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=94760 (15.6.2019.)
2. https://hrvatske-cesteceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODAT_AK_F.pdf (16.6.2019.)
3. https://www.google.hr/search?q=Razdjelni+otok+unutar+povr%C5%A1line+za+razdvajanje+prometa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBprjHpTbAhXS0aYKHRCfDRUQ_AUICigB&biw=1366&bih=635#imgrc= (16.6.2019.)

4. <http://www.brodportal.hr/clanak/nema-dvojbi-rotori-spasavaju-zivote-21630> (27.6.2019.)
5. <https://www.google.hr/maps/@45.7270465,16.0285031,335a,35y,339.44h,39.38t/data=!3m1!1e3?hl=hr> (3.8.2019.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Osnovni elementi kružnog raskrižja	6
Slika 2. Elementi privoza i stupanj zakrivljenosti (u) putanje vozila.....	9
Slika 3. Odnos propusne moći privoza i prometa u kružnom raskrižju	10
Slika 4. Primjer obilježavanja kružnog raskrižja vertikalnom i horizontalnom signalizacijom	12
Slika 5. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu izvan urbanog kružnog raskrižja.....	13
Slika 6. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu urbanog kružnog raskrižja	15
Slika 7. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu mini kružnog raskrižja	17
Slika 8. Obavezni prometni znak na montažnom raskrižju	18
Slika 9. Razdjelni otok unutar površine za razdvajanje prometa	19
Slika 10. Oblici razdjelnih otoka u ovisnosti o veličini (D_v) i brzini vožnje (V_k)	20
Slika 11. Izvedba povoznog dijela središnjeg otoka	22
Slika 12. Učinkovito prikupljanje oborinske odvodnje	23
Slika 13. Rasvjeta na kružnim raskrižjima	24
Slika 14. Prikladno uređenje kružnog toka.....	26
Slika 15. Područja krajobraznog uređenja kružnog raskrižja u izvan urbanoj sredini	27
Slika 16. Načini vođenja biciklističkog prometa u zoni kružnog raskrižja	31
Slika 17. Prijelaz biciklističke trake preko kraka kružnog raskrižja	32
Slika 18. Preglednost na ulazu i pri ostalim prometnim operacijama	34
Slika 19. Čelna preglednost	34
Slika 20. Preglednost ulijevo	35
Slika 21. Preglednost na kružnom kolniku	36

Slika 22. Preglednost na ulazu do pješačkog prijelaza na sljedećem izlazu.....	37
Slika 23. Tlocrtna slika raskrižja.....	39

POPIS TABLICA

Tablica 1. Okvirni oblikovni elementi kružnog raskrižja	7
---	---



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom _____

Opravljanost izvedbe kružnog raskrižja sa osnova sigurnosti prometa

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, _____ 21.8.2019 _____

Student/ica:

Jaković Miroslav

(potpis)